

**DUE DATE SLIP****GOVT. COLLEGE, LIBRARY****KOTA (Raj.)**

Students can retain library books only for two weeks at the most.

BORROWER'S No.	DUE DATE	SIGNATURE

## उद्योग और रसायन

# उद्योग और रसायन

WHAT INDUSTRY OWES TO  
CHEMICAL SCIENCE

का  
भाषानुवाद

अनुवादक

गोरखप्रसाद श्रीवास्तव, एम० फार्म०, पी-एच० डी०  
रीडर, ज्ञानास्पृष्टिक विभाग, कामो हिन्दू विश्वविद्यालय

प्रकाशन शाखा, सूचना विभाग  
उत्तर प्रदेश

प्रथम संस्करण

१९५९

मूल्य ७)

मुद्रक

सम्मेलन मुद्रणालय, प्रयाग



## प्रकाशकीय

उत्तर प्रदेश प्रशासन ने राष्ट्रभाषा हिन्दी के वाऱ्मय की गौरव-वृद्धि और उसके विविध अंगों की सम्पूति के लिए हिन्दी समिति के तत्त्वावधान में जो योजना परिचालित की थी, उसके अन्तर्गत अभी तक २९ ग्रन्थ प्रकाशित किये जा चुके हैं। इनमें ज्योतिष के २, ललित कला सम्बन्धी ३, शिकार सम्बन्धी १, कोश ३, साहित्य के २, गणित विषयक १, दर्शन के ४, राजनीति के ३, भाषा-विज्ञान विषयक १, धर्म और संस्कृति के २, तथा विज्ञान के ६ ग्रन्थ निकले हैं। विद्वानों तथा हिन्दी-प्रेमियों ने इनका अच्छा स्वागत किया है जिससे हमें सखेट बल और प्रोत्साहन प्राप्त हुआ है। अन्यान्य विषयों के ग्रन्थ भी प्रकाशन के लिए प्राप्त हो चुके हैं और कितने ही इस समय लिखाये जा रहे हैं। इस कार्य में हमें अनेक सुविधा और कुशल लेखकों तथा सुनिष्ठात अनुवादकों का सहयोग प्राप्त हो गया है जिससे हमें आशा है कि हम उत्तरोत्तर प्रगति करते हुए अधिक क्षिप्रता से आगे बढ़ सकेंगे।

प्रस्तुत पुरतक हिन्दी-समिति-ग्रन्थमाला का तीसरा पुष्प है। यह अंग्रेजी ग्रन्थ 'ब्रह्मट इण्डस्ट्री ओज टु केमिकल साइन्स' का हिन्दी अनुवाद है। इसमें अपने अपने विषय के सुख्यात लेखकों की ऐसी महत्त्वपूर्ण रचनाएँ संगृहीत हैं जिनमें यह पिछलाया गया है कि समाज के पिछित उद्योगों की आज की आश्चर्यजनक प्रगति में रसायनशास्त्र और रसायन-विज्ञान का भी काफी हाथ रहा है। विज्ञान ने आधुनिक जीवन में कितना परिवर्तन कर दिया है, इसका पूमिल सा ज्ञान तो सामान्य मनुष्यों को भी है किन्तु उर्वरकों, खाद्यान्नों, दुग्ध-पदार्थों, तेल, चीनी, कागज, मुद्रण-कला, रोशनाई, मावुन, कीम, धुलाई-उद्योग, दवाओं के निर्माण, पस्नोद्योग, चर्मोद्योग, मृत्तिका-उद्योग तथा रेणु, जहाजों आदि सम्बन्धी उद्योगों की समुन्नति में रसायन-विज्ञान ने कितनी महत्त्वपूर्ण सहायता की है, इसकी सखेट जानकारी हमारे सुशिक्षित वर्ग को भी नहीं है। इस पुस्तक के पढ़ने से उनके ज्ञान का विस्तार तो होगा ही, साथ ही वे अनुभव करने लगेंगे कि देश की औद्योगिक प्रगति के लिए प्रशिक्षित रसायनज्ञों की संख्या में शीघ्र वृद्धि होना आवश्यक है। कोई भी बड़ा कारखाना या उद्योग तब तक सफल नहीं हो सकता जब तक उसके कर्मचारियों में दो-चार-दस रसायनज्ञ न हों। छोटे उद्योगों का संस्थाओं को भी एकाच ऐसे कर्मचारी की आवश्यकता होती ही जिससे परामर्श कर वे

अलाभकर बातों से अपने को बचाते हुए मफल्ता की ओर अग्रसर हो सकें। इससे स्पष्ट है कि कोरे एम० ए०, बी० ए० बनने का प्रयत्न करने के बजाय हमारे युवकों को विज्ञान के, विशेषकर रसायन-विज्ञान के, तथा प्राविधिक विषयों के अध्ययन की ओर झुकना चाहिए। इस दिशा में उनके लिए अभी पर्याप्त क्षेत्र पड़ा हुआ है।

पुस्तक का हिन्दी अनुवाद काशी हिन्दू विश्वविद्यालय के प्राध्यापक डाक्टर गोरख प्रसाद श्रीवास्तवने किया है। आप फार्मास्युटिकल (भैषजिकी) के अच्छे विद्वान् हैं और हिन्दी में भी विशेष रुचि रखते हैं। आपने ४-५ वैज्ञानिक पुस्तकों की रचना की है और भैषजी पत्रिका का सम्पादन भी आप कई वर्षों तक कर चुके हैं। आपने मूल लेखों का भाव हिन्दी में ठीक ठीक ले आने का भरपूर प्रयत्न किया है। आपके लिखने का ढंग सीधा-सादा और सरल है तथा अनुवाद की भाषा भी यथासंभव सुबोध ही रखने की चेष्टा की गयी है। आशा है, हिन्दी के पाठक और उद्योग-विस्तार में लगे हुए लोग इस पुस्तक को पढ़कर यथेष्ट लाभान्वित होंगे।

भगवतीशरण सिंह

सचिव हिन्दी समिति

दो कारण हैं—एक तो मुद्रण की सुविधा और दूसरी बात यह है कि जब ये शब्द रोमन में लिखे जाते हैं तो पाठकों की दृष्टि केवल उन्हीं पर पड़ती है और वैचारा हिन्दी शब्द उपेक्षित रह जाता है, अतः वही कहीं अंग्रेजी शब्द देने का एकमात्र उद्देश्य हिन्दी शब्द का परिचय कराना है। फिर भी कुछ पारिभाषिक शब्द अंग्रेजी लिपि में भी पाठ टिप्पणियों के रूप में यत्रतत्र दे दिये गये हैं। पुस्तक में अन्तिम लेख के बाद एक हिन्दी-अंग्रेजी शब्दावली दी गयी है, जिसमें हिन्दी शब्द अकारादि क्रम से लिखे गये हैं और उनके अंग्रेजी समानार्थी रोमन लिपि में। इससे पाठकों की पुस्तक पढ़ते समय किसी भी पारिभाषिक शब्द को समझने जानने में महायत्ना मिलेगी, कठिनाई न होगी। किन्तु ग्रन्थ-सूचियों को रोमन लिपि में लिखने के कारण का स्पष्टीकरण भी आवश्यक है। अंग्रेजी ध्वन्यात्मक भाषा नहीं है अतः नागरी में लिखे अंग्रेजी शब्द का मूल अक्षर-विन्यास जानना कठिन होता है, और शब्दों का सुनिश्चित रूप जाने बिना अभिदेशन सम्भव नहीं होता। फिर इन अभिदेशनों में फ्रेंच और जर्मन भाषाओं के भी शब्द हैं अतः इन्हें मूल रोमन लिपि में ही लिखना वाछनीय माना गया।

पुस्तक के विविध लेखों के विभिन्न लेखक हैं और उनकी विभिन्न शैलियाँ भी हैं, कुछ क्लिष्ट कुछ सरल। इससे अनुवाद में थोड़ी कठिनाई का अनुभव हुआ। कभी कभी हिन्दी की प्रकृति और अनुवाद की यथार्थता दोनों को संभालना कठिन जान पड़ा तथा उनके बीच का मध्य मार्ग अपनाकर ही कठिनाई का निवारण किया जा सका। किन्हीं किन्हीं स्थानों पर हिन्दी के मर्यादानुसार वाक्यों की रचना के लिए शाब्दिक अनुवाद नहीं भावानुवाद करना पड़ा है किन्तु विषय की सुतन्त्रता को मर्यादा प्रामाणिकता दी गयी है। इस प्रयास में मुझे कितनी सफलता मिली है इसका निर्णय तो पाठकगण ही कर सकते हैं।

राष्ट्रभाषा की सेवा का यह सुयोग देने के लिए मैं उत्तर प्रदेश सरकार का कृतज्ञ हूँ।

काशी हिन्दू विश्वविद्यालय

गोरखप्रसाद श्रीवास्तव

- उष्णान्दी और शीत संग्रहण (Canning and Cold Storage)—R. S. Potter, B.Sc., F.R.I.C. ५६
- यवासवन; ऐल्कोहल; मदिरा और स्पिरिट (Brewing; Alcohol, Wines & Spirits)—R. H. Hopkins, D.Sc., F.R.I.C. ६५
- ३ जलप्रदाय और आरोग्य प्रबन्ध (Water-Supply and Sanitation)—Albert Parker, D.Sc., F.R.I.C. ७६-८६
- ४ भैषजिक पदार्थ ८७-१०४
- भैषज (Drugs)—C. H. Hampshire, M.B., B.S., F.R.I.C. ८७
- गन्ध तेल (Essential Oils)—P. C. C. Isherwood, C.B.E., Ph.D., F.R.I.C. ९६
- कान्ति द्रव्य (Cosmetics)—H. S. Redgrove, B.Sc., F.R.I.C. ९८
- ५ साबुन, शोम और ग्लिसरीन (Soaps, Waxes and Glycerin)—W. H. Simmons, B.Sc., F.R.I.C. १०५
- धुलाई उद्योग (Laundry Industry)—F. C. Harwood, B.Sc., F.R.I.C. ११०
- ६ रोगाणुनाशक, प्रतिपूजिक एवं परिरक्षी (Disinfectants, Antiseptics and Preservatives)—Thomas McLachlan, D.C.M., A.C.G.F.C., F.R.I.C. ११५
- कीटमार (Insecticides)—F. Tattersfield, D.Sc., F.R.I.C. ११९
- धूसन (Fumigation)—J. D. Hamer, F.R.I.C. १२५
- ७ प्राविधिक और अन्य रसद्रव्य (Technical and Other Chemicals)—Francis H. Carr, C.B.E., D.Sc., F.R.I.C. १२९
- ८ रजक पदार्थ (Dyestuffs)—W. A. Silvester, M.Sc. १४४
- विरजन, रंगाई, छगाई तथा परिरूपण (Bleaching, Dyeing, Printing and Finishing)—Fred Scholefield, M.Sc., F.T.I., F.R.I.C. १६४

अध्याय	पृष्ठ
विस्फोटक (Explosives)	१७५
९ वस्त्रोद्योग (Textiles)—J H Lester, M.Sc., F.T.I., F.R.I.C.	१८१
सेलुलोज, सेलुलायड और रेयान (Cellulose, Celluloid and Rayon)—L. G. S. Hebbs, A.R.I.C.	१८८
१० लुगदी और कागज (Pulp and Paper)—Julius Grant, M.Sc., PH.D., F.R.I.C.	१९६
मुद्रण और लेखन-सामग्री (Printing and Stationery)— G. L. Riddell, PH.D., F.R.I.C.	२०३
रोमनाई (Inks)—C Ainsworth Mitchel, M.A., D.Sc., F.R.I.C.	२०९
पेन्सिल (Pencils)—John Sanderson, F.R.I.C.	२१४
११ सिलिक्ट रेजिन तथा प्लास्टिक (Synthetic Resins and Plastics)—C. A. Redfern, B.Sc., PH.D., F.R.I.C.	२१९
रंगरूप और वार्निश (Paints and Varnishes)—H. W Keenan, PH.D., F.R.I.C.	२२८
१२ इण्डिया रबर (India Rubber)—Douglas F. Twiss, D.Sc., F.R.I.C.	२४६
चमड़ा (Leather)—Dorothy Jordan—Lloyd, M.A., D.Sc., F.R.I.C.	२५७
आसजक और मरस (Adhesives and Glues)—R. Barry Drew, M.Sc., F.R.I.C.	२६५
१३ फोटोग्राफी (Photography)—D. A. Spencer, PH.C., A.R.C.S., F.R.I.C.	२७५
१४ कोयला और उसके उत्पादन (Coal and its Products)— L. Silver, B.Sc., A.R.C.S., A.R.I.C.	२८६
अन्य गैसें (Other Gases)—A. A. Eldridge, B.Sc., A.K.C., F.R.I.C.	३०२
खनिज तेल (Mineral Oils)—A. E. Dunstan, D.Sc., F.R.I.C.	३१७

अध्याय	पृष्ठ
१५ भारी रसाद्रव्य (Heavy Chemicals)—Stanley Robson, M.Sc , D.I.C., F.R.I.C	३२६
१६ खनिज द्रव्य और धातुएँ (Minerals and Metals)— Brynmor Jones, D.Sc , F.R.I.C.	३५४
उष्मसह पदार्थ (Refractories)—Walter J. Rees, O.B.E., D.Sc. TECH , F.R.I.C	३९४
१७ भवन-निर्माण-सामग्री, गारा और सिमेन्ट (Building Materials, Mortar and Cement)—D. I. Watson, B.Sc , A.R.I.C	४००
ऐस्फाल्ट और बिटुमेन (Asphalt and Bitumen)— D M. Wilson, M.C., B.Sc., A.R.I.C.	४०६
मृत्तिका उद्योग, मिट्टी के बर्तन, पोर्सिलेन तथा पत्थर पात्र (Ceramics Pottery, Porcelain and Sinoteware)— Harry W. Webb, D.Sc., M.I.CHEM.E , F.R.I.C.	४१०
काच (Glass)—S. English, D.Sc., F.R.I.C.	४१५
काशीय एनामल (Vitreous Enamels)—William Thomason, F.R.I.C.	४२५
१८ परिवहन तथा जहाज-निर्माण तथा नौआगन (Transport, Ship- building, and Dockyards)—Arther Marks, A.R.S.M., A.M.I. MECH.E A.R.C.S., F.R.I.C.	४२९
रेलवे (Railways)—Percy Lewis-Dale, B.Sc., PH.D., F.R.I.C.	४३४
सड़क परिवहन (Road Transport)—A. T Walford, B.Sc , A.R.C.S., F.R.I.C	४३९
हिन्दी-अंग्रेजी शब्दावली	४४५
अनुक्रमणिका	४६९

## भूमिका

“हाट इण्डस्ट्री ओज टु केमिकल सायन्स” के प्रथम संस्करण में कुल २० लेख थे, जो १९१६-१७ में ‘दि इजिनियर’ नामक पत्रिका में छपे थे। उनकी भूमिका में स्वर्गीय सर जार्ज वीलबी, एफ० आर० एस० ने उनके उद्देश्य बताते हुए लिखा था कि ‘व्यावहारिक जीवन में रसायनज्ञ का क्या स्थान है तथा मनुष्य के औद्योगिक एवं सामाजिक विकास में उसका क्या कार्यभाग है?’ इस प्रश्न का उत्तर प्रस्तुत करने के लिए ही यह ग्रन्थ प्रकाशित किया गया था।

प्रथम महायुद्ध (१९१४) के प्रारम्भिक काल में विज्ञान के महत्त्व एवं उद्योग में उनके प्रयोग के बारे में बड़ी जिज्ञासा तथा चर्चा थी और उसके सन्ध में लोगों में काफी विचार-विमर्श होने लगा था। इसी सदर्भ में “रसायनज्ञ ने इस दिशा में क्या क्या किया अथवा क्या क्या कर सकता है?”—इस प्रश्न के उत्तर की अपेक्षा की गयी। एनदर्य ‘(रायल) इन्स्टिट्यूट ऑफ केमिस्ट्री’ के रजिस्ट्रार (रिचर्ड वी० पिल्चर) को आमंत्रित किया गया, किन्तु सयोगवश वे स्वयं रसायनज्ञ न थे। अतः उन्हें अपने मित्र फ्रैंक बट्लर-जोन्स से सहायता लेनी पड़ी। बट्लर-जोन्स महोदय ने औद्योगिक रसायन की प्राविधिक बातों की उसमें व्याख्या की और एक संपुक्त वृत्ति के रूप में तत्संबन्धी लेखों को प्रकाशित करके सर्वसाधारण को रसायन-विज्ञान का महत्त्व समझाने का प्रयत्न किया।

‘दि इजिनियर’ में छपे लेख काफी जल्दी में लिखे गये थे और उस समय उन्हें पुस्तक के रूप में प्रकाशित करने का भी कोई विचार न था, किन्तु ‘कॉन्स्टेबल कंपनी’ ने उपर्युक्त पत्रिका से उन लेखों को लेकर १९१८ में उन्हें पुस्तक के रूप में प्रकाशित किया। उसके बाद इसका प्रकाशनाधिकार (कापीराइट) ‘दि इजिनियर’ ने पुनः अपने हाथ में ले लिया किन्तु आगे चलकर १९२२ में उसे उक्त रजिस्ट्रार महोदय को सौंप दिया। अगले वर्ष इस पुस्तक का दूसरा संस्करण प्रकाशित हुआ। यह संस्करण पुनरावृत्त एवं कुछ संशोधित भी था, लेकिन थोड़े ही समय में समाप्त एवं अप्राप्य हो गया।

१९३९ में प्रकाशकों ने सूचना दी कि इस पुस्तक की बड़ी माँग हो रही है और माँग ही उसे पुनः प्रकाशित करने की इच्छा भी प्रकट की। इस पर रजिस्ट्रार ने एक

‘बेनिवोलेण्ट फण्ड’ अर्थात् ‘कल्याणकारी निधि’ के लिए इन्स्टिट्यूट की कौंसिल को पुस्तक की कापीराइट देने का प्रस्ताव किया जो उक्त कौंसिल द्वारा स्वीकृत हो गया। सौभाग्यवश उनके सहलेखक, बट्लर-जोन्स भी राजी हो गये लेकिन उस समय विदेश में होने के कारण नये सस्करण के प्रकाशन में सक्रिय सहयोग न कर सके। (१९४१ में जब थाईलैण्ड में जापानियों ने प्रवेश किया तब बट्लर-जोन्स की मृत्यु की दुर्भाग्यपूर्ण सूचना मिली)।

द्वितीय सस्करण के प्रकाशन के बाद औद्योगिक रसायन में महती प्रगति हुई, अतः पुस्तक का आकार एवं उसके लेखों को बढ़ाने का निश्चय किया गया। लेखन-कार्य चुने हुए विशेषज्ञों को सौंपा गया और मूल लेखों के संशोधन एवं परिवर्धन का भी अधिकार दिया गया। मूल लेखों के अलावा कुछ नये लेखों के लिखाने का भी प्रबन्ध किया गया जिससे अन्य ऐसे उद्योगों की भी समीक्षा की जा सके, जिनमें रसायन-विज्ञान का सुस्पष्ट प्रयोग होता है। इस सबका फल यह हुआ कि यद्यपि सामान्य योजना पुरानी थी किन्तु पुस्तक प्रायः सर्वथा नवीन रूप में निकली। इस बात को ध्यान में रखते हुए कि रसायन शास्त्र के विद्यार्थियों के अलावा प्रस्तुत पुस्तक अन्य लोगों के लिए भी सुबोध हो, लेखकों ने उद्योगों में रसायन की उपयोगिता का स्पष्ट प्रमाण दिया है और ऐसे प्राविधिक विषयों का कोई विस्तृत विवरण नहीं दिया, जिन्हें समझने में अधिक विज्ञान न जाननेवालों को विशेष कठिनाई हो।

नयी पुस्तक के प्रकाशन का निरीक्षण इन्स्टिट्यूट की ‘प्रकाशन समिति’ विशेषकर श्री ए० एल० बैकारैंक (अध्यक्ष, १९४०-४१) तथा श्री एफ० पी० डन (अध्यक्ष, १९४२-४५) ने किया। विविष्ट लेखकों से ‘कल्याणकारी निधि’ (बेनिवोलेण्ट फण्ड) के लाभार्थ सहायता की याचना की गयी और उन्होंने मुस्तहसत होकर सहयोग किया।

जब लेख तैयार हो गये तब कागज की उपलब्धि में कठिनाई होने के कारण ‘कॉन्स्टेबल क०’ ने पुस्तक प्रकाशन में अपनी असमर्थता प्रकट की, अतः यह काम ‘सर्वश्री डब्ल्यू० हेफर ऐण्ड सन्स, लि०’ को सौंपा गया।

मूल कापीराइट के मालिक होने की हैसियत से इन्स्टिट्यूट के रजिस्ट्रार महोदय ने यह आश्वासन दिया कि इस प्रकाशन से प्राप्त समस्त लाभ ‘कल्याणकारी निधि’ में दिया जायगा और प्रकाशकों के साथ ‘निधि’ के पक्ष में करार भी कर लिया गया। ग्रन्थ की इस छोटी सी कहानी के साथ उसकी थोड़ी समीक्षा देना भी आवश्यक है।

सर जार्ज वील्वी महोदय ने अपनी मूल भूमिका में यह मत प्रकट किया था कि रसायनज्ञ का अधिकांश काम प्रत्यक्ष न होने के कारण उसे कोई समझता ही न था।



उस समय ब्रिटिश वैज्ञानिक कार्यकर्ताओं को अन्य देशों के कार्यकर्ताओं से हीन समझने की एक ऐसी प्रवृत्ति थी जिसके निराकरण के लिए दोनों के कार्यों और सफलताओं की निष्पक्ष समीक्षा आवश्यक थी। इस सदर्थ में लेखक ने अपने उपमहार में जो भावनाएँ अभिव्यक्त की हैं वे उद्धृत करने योग्य हैं।

“हमने यह दरशाने का प्रयत्न किया है कि यद्यपि प्रतिभा किसी देश विशेष की वासिनी नहीं है फिर भी ब्रिटिश वैज्ञानिकों ने औद्योगिक विकास में उत्तम कार्यभाग अदा किया है और उन्होंने ऐसा बहुधा बहुत अनुकूल परिस्थिति में नहीं उसके अभाव में किया। अतः उनके कार्यों को हीन समझने का कोई कारण नहीं है, और उन लोगों की बातों पर विचार करने एवं ध्यान देने की भी आवश्यकता नहीं जो इंग्लैण्ड की औद्योगिक एवं वाणिज्यिक स्थिति को तुच्छ समझने और उस पर पश्चात्ताप करने मात्र में सुख मानते हैं, किन्तु कभी कोई रचनात्मक मुझाव नहीं देते।”

१९१४-१८ वाले युद्ध की आवश्यकताओं से बहुतों को यह समझने में सहायता मिली कि ब्रिटिश उद्योग और उनके कण्ठधार विज्ञान में अभी तक जितना लाभ उठाया गया था, उससे अधिक लाभ उठा सकते थे। प्राविधिज्ञों अर्थात् टेक्नॉलॉजिस्टों के शिक्षण-प्रशिक्षण की उन्नति करने तथा उसे बढ़ाने में भी इस युद्ध ने बड़ी सहायता की। तत्कालीन उद्योगों का विकास एवं वर्धन हुआ तथा ऐसे ऐसे नये उद्योगों का मना-रम्भ भी हुआ जो उन्नीसवीं सदी से इंग्लैण्ड में जन्म गये।

१९१५ में प्रोवो कौंसिल ने ‘सायण्टिफिक ऐण्ड इण्डस्ट्रियल रिसर्च’ के लिए एक समिति की स्थापना की। १९१६ में इस समिति को ‘इम्पीरियल ट्रस्ट फॉर दि एन्करेजमेण्ट आफ सायण्टिफिक ऐण्ड इण्डस्ट्रियल रिसर्च’ के रूप में ‘रायल चार्टर’ प्राप्त हुआ और एक पृथक् विभाग बना जिसे समद में अपना अलग मत प्राप्त था। वर्तमान ‘नेशनल फिजिकल लैबोरेटरी’, ‘केमिकल रिसर्च लैबोरेटरी’, ‘फ्युल रिसर्च स्टेशन’, ‘बिल्डिंग रिसर्च स्टेशन’ तथा अन्य कितनी ऐसी संस्थाओं और प्रयोगशालाओं का नियंत्रण इसी विभाग (डिपार्टमेण्ट) द्वारा होता है। २० से भी अधिक औद्योगिक अनुसन्धान ऐसोसियेशनों के कार्यकलाप का भी सबन्ध इस विभाग से है।

यह भी उल्लेखनीय है कि सर जार्ज वीलबी ने अपने निम्नलिखित वक्तव्य में जो दूरदर्शिता प्रकट की थी वह चरितार्थ होकर रही—

“हमारे राष्ट्रीय जीवन में रसायन का जो महत्त्वपूर्ण स्थान रहा है और है उसे बहुत से शिक्षित लोग भी ठीक ठीक नहीं समझ पाये हैं, और निकट भविष्य में यह और भी व्यापक एवं महत्त्वपूर्ण स्थान ग्रहण करेगा इसमें संदेह नहीं। माता-पिता तथा शिक्षकों के लिए यह एक विशेष संदेश है कि बहुत जल्द ही औद्योगिक एवं आधिकारिक

पदों के लिए प्रशिक्षित रसायनज्ञों की भारी माँग होने वाली है। अतः उन्हें उस समय एव परिस्थिति के लिए तैयार हो जाना चाहिए।”

और आज स्थिति यह है कि शायद ही कोई ऐसा औद्योगिक उपक्रम अथवा संस्था हो जो बिना रसायनज्ञ की सहायता के सफलतापूर्वक चल सके। छोटी छोटी संस्थाओं में भी कम से कम एक रसायनज्ञ नियुक्त होता है, या उन्हें परामर्शदाता रसायनज्ञों से सलाह लेनी पड़ती है। १९१४ की अपेक्षा आज इंग्लैंड में कई गुने सुयोग्य एव प्रशिक्षित रसायनज्ञ हैं। विशेष बात यह है कि इस बीच की अवधि में भी बेकार रसायनज्ञों की संख्या २% से कभी अधिक नहीं रही, जबकि अन्य व्यवसायों में बेकारों का कहीं अधिक अनुपात रहा।

इस ग्रन्थ के मूल लेखकों ने बड़ा प्रशंसनीय काम किया और उससे जो सफलता उन्हें मिली है वह उचित ही है। प्रस्तुत संस्करण के लेखन एव संकलन में भी परम सुयोग्य तथा अनुभवी लेखकों ने सहर्ष हाथ बँटाया है, उनका ध्येय न केवल 'रायल इन्स्टिट्यूट ऑफ केमिस्ट्री' की कल्याणकारी निधि में योगदान करना था, प्रत्युत उद्योग में रसायन-विज्ञान के महत्त्वपूर्ण स्थान को और भी व्यापक रूप से सर्वसाधारण के समक्ष प्रस्तुत करना भी उनका वाञ्छित ध्येय रहा है।

इन्स्टिट्यूट की कौमिल, प्रकाशन समिति तथा कल्याणकारी निधि समिति उन सभी लोगों का परम आभार मानती है जिन्होंने इस कार्य में सहयोग किया है।

३० रसल स्क्वायर,  
लन्दन डब्लू० सी० १  
अगस्त १९४५

एलेक्जेंडर फिण्डले  
अध्यक्ष, रायल इन्स्टिट्यूट ऑफ केमिस्ट्री  
(१९४३-१९४६)

की कृत्रिम व्यवस्था करनी पड़ती है जो वांछित फसल के लिए आवश्यक है। रसायनज्ञ एव कृषि का यही प्रथम सन्ध है।

उर्वरक—किन्तु 'प्रकृति सर्वथा हमारे विरुद्ध है' ऐसा कहना भी ठीक नहीं, क्योंकि धरती माता हमारे प्रयासों का सुन्दर फल भी हमें देती है। वह तो पशु एवं मनुष्य के लिए खाद्य की उपज को पूर्णरूपेण विकसित करने के लिए विज्ञान को एक असीम क्षेत्र मुलभ करती है। रसायनज्ञ मिट्टी की परीक्षा करके उन साधनों को खोज निकालता है, जिनसे वह धरती को उर्वरता उन्नत कर सके। इसी प्रकार वह अनुपजाऊ भूमि को उपजाऊ बनाने में सफल होता है। यहाँ यह बताना आवश्यक है कि प्रयोगशाला की परीक्षा किसी मिट्टी के अध्ययन का केवल एक अंग है; क्षेत्रावलोकन (फील्ड ऑब्जर्वेशन) भी उतना ही महत्त्वपूर्ण है क्योंकि उसको ध्यान में रखकर रासायनिक विश्लेषण के फलों की सही-सही व्याख्या की जा सकती है, और तभी मिट्टी को अनुकूल बनाने के लिए निश्चित और सही रास्ता मिल सकता है।

जिन प्राकृतिक खादों के द्वारा धरती अपनी उत्पादक शक्ति पुनः प्राप्त करती है वे सदा पर्याप्त नहीं होती और उनकी पूर्ति कृत्रिम उर्वरकों से करनी पड़ती है। इसी प्रकार खाद्यान्नों की उपज भी बढ़ायी जाती है। सोडियम नाइट्रेट का प्रयोग नाइट्रोजनीय खादों के रूप में किया जाता है। सोडियम नाइट्रेट दक्षिणी अमेरिका के पश्चिमी भाग में बहुतायत से मिलता है। अपरिष्कृत सोडियम नाइट्रेट के शोधन के लिए उसका कैलामन (क्रिस्टलाइजेशन) करना पड़ता है। अमोनियम सल्फेट भी एक मूल्यवान नाइट्रोजनीय खाद है। यह पहले कोयले और 'शेल' के आसवन (डिस्टिलेशन) पदार्थों से बनाया जाता था।

दुर्गेरा<sup>१</sup> का यह अनुमान था कि दक्षिणी अमेरिकावाले सोडियम नाइट्रेट के क्षेत्र १९२३ तक समाप्त हो जायेंगे, किन्तु यह अनुमान ठीक न था। ज्ञात क्षेत्रों के परीक्षण से यह मालूम हुआ है कि वे अभी अगले ५० वर्षों तक या उससे भी अधिक समय तक हमारी आवश्यकता पूरी करते रहेंगे। उस देश की सामान्य प्रकृति को देख कर यह सहज अनुमान किया जा सकता है कि उसमें इतने बड़े बड़े क्षेत्र हैं जो आगामी २०० वर्षों तक सारे ससार की भाग पूरी करते रहेंगे। लेकिन यह भी संभव है कि प्राकृतिक श्रोत शीघ्र ही समाप्त हो जायें, क्योंकि इनसे प्राप्त सोडियम नाइट्रेट न केवल एक उर्वरक के रूप में प्रयुक्त होता है वरन् पोटासियम नाइट्रेट, नाइट्रिक अम्ल

तथा नाइट्रोजन के अन्य यौगिक (कम्पाउण्ड) बनाने के लिए भी इस्तेमाल होने लगा है। इसीलिए वायुमण्डलीय नाइट्रोजन का उपयोग करने का प्रयास किया गया है। इसके लिए वायु को एक विशेष विद्युत भट्टी में गरम करके नाइट्रोजन ऑक्साइड बनाये जाते हैं। इस भट्टी में विद्युत-सुम्बक का ऐसा प्रवन्ध होता है कि चाप (आर्क) चन्द्राकार रूप धारण कर लेता है।

इस प्रकार उत्पन्न नाइट्रोजन ऑक्साइड को एक आक्सीकरण वेश्म (चेम्बर) में ले जाकर वायुमण्डलिक आक्सीजन द्वारा उसका और उच्च ऑक्साइड बनाया जाता है। इसके बाद चूना, सोडा, पोटास अथवा अमोनिया जैसे पैलिक पदार्थ<sup>१</sup> से उनका संयोजन कराया जाता है। मूलतः सर विलियम क्रुम द्वारा आविष्कृत प्रक्रिया (प्रक्रम)<sup>२</sup> को पहले सैब्रूगल और हावेल्स ने अमेरिका में और बाद में वकंलैण्ड तथा आइड ने नार्वे में इस्तेमाल किया। जर्मनी में बने पीठ (बेसेज) नार्वे भेजे जाते थे। और वहाँ से वे नाइट्रेट बन कर लौटते थे, क्योंकि नार्वे में विद्युत शक्ति मस्ती थी।

सायनामाइड विधा (प्रक्रिया) आज जर्मनी के एक बहुत बड़े उद्योग का आधार बन गयी है। इस प्रक्रिया में नाइट्रोजन को कैल्शियम कार्बाइड के साथ विद्युत भट्टी में गरम किया जाता है। नाइट्रोजन प्राप्त करने के लिए द्रव वायु को प्रभाणश उबाला जाता है। हाइड्रोजन बनाने में प्रयुक्त वाटर गैस या प्रोड्यूरर गैस के अवशेष के रूप में भी नाइट्रोजन प्राप्त होता है। सायनामाइड अपने रसी रूप में खाद के लिए इस्तेमाल किया जाता है। जल से सम्पर्क होने पर साधारण ताप पर भी इसमें से धीरे-धीरे अमोनिया का उद्विकास होता है, जिसे मिट्टी में मौजूद नाइट्रिफाइंग जीवाणु नाइट्रोजन के ऐसे यौगिकों में परिवर्तित कर देते हैं, जिन्हें पौधे बड़ी सरलता से ग्रहण कर लेते हैं।

प्रथम महायुद्ध में विस्फोटक तैयार करने के मिलमिले में नाइट्रोजन-हाइड्रोजन के संयोजन (कॉम्बिनेशन) से अमोनिया बना कर वायुमण्डलिक नाइट्रोजन के स्थिरीकरण का व्यापक विकास किया गया था। और तब से यह विधा अमोनियाई उर्वरकों के उत्पादन का आधार ही बन गयी है।

पोटासियम उर्वरक तो मुख्यतः स्टामफुर्ट और एलास्के-क्लोरेन वाले प्राकृतिक क्षेत्रों से ही प्राप्त होते हैं तथा सल्फेट, क्लोराइड अथवा मिश्रित लवण के रूप में उनका प्रयोग किया जाता है।

हड्डियों में वर्तमान त्रिकल्सियम फास्फेट प्रथम फास्फेटिक उर्वरक था। इंग्लैण्ड में उर्वरक उद्योग का महत्वपूर्ण प्रारम्भ हड्डियों का सल्फूरिक अम्ल से उपचार करके जल विलेय एक-कल्सियम फास्फेट बना कर ही हुआ था। खाद के रूप में सीधे प्रयुक्त होने में अथवा सल्फूरिक अम्ल उपचार से अधिफास्फेट (सुपर फास्फेट) बनाने में हड्डियों का स्थान खनिज फास्फेटों ने ले लिया है। सिलिस्ट (सिन्थेटिक) अमोनिया के उत्पादन से भी फास्फेटिक उर्वरकों का हम नाते सबन्ध है कि अमोनियम फास्फेट से नाइट्रोजन और फास्फोरस दोनों प्राप्त होते हैं। इसीलिये इसका अधिकाधिक प्रयोग होने लगा है।

इस्पात उद्योग से प्राप्त वैठिक धातुमल (बेसिक स्लैग) तो बहुत दिन पहले से ही एक मूल्यवान फास्फेटिक उर्वरक के रूप में प्रतिष्ठित हो चुका था। चरागाहों में रामपर्ण (क्लोवर) उपजाने में इसके कारण विशेष सफलता मिली थी। कृषि योग्य भूमि में भी इसका प्रयोग किसी प्रकार कम नहीं होता है। पिछले २५ वर्षों में इस्पात उद्योग में जो परिवर्तन हुए हैं, उनकी वजह से कम फास्फेट वाले धातुमल मिलने लगे हैं और साथ ही उनकी प्राप्ति भी कम हो गयी है। किन्तु आज कल ऐसे साधन स्थापित हो गये हैं, जिनके द्वारा उपयोगी और अनुपयोगी धातुमलों की पहिचान सरलता से की जा सकती है। इन साधनों में निरन्तर उन्नति भी हो रही है।

इंग्लैण्ड में कृत्रिम उर्वरकों की उत्तमता की सुरक्षा कुछ हद तक 'फर्टिलाइजर्स ऐण्ड फीडिंग स्टप्स ऐक्ट' के प्रावधानों द्वारा की जाती है। इस अधिनियम (ऐक्ट) के अनुसार उस देश में कृत्रिमतया उत्पन्न या आयातित (इम्पोर्टेड) उर्वरक-विक्रेताओं को उनमें विद्यमान उपयोगी सघटकों (इन्ग्रेडियेण्ट्स) के सबन्ध में खरीदार को जग्धाभूति (वारेण्टी) देनी पड़ती है और यह वचन देना पड़ता है कि बीजक में लिखित उपयोगी सघटकों की मात्रा वांछित मात्रा से भिन्न न होगी। इस अधिनियम के प्रशासन में सहायता करने के लिये आधिकारिक विश्लेषक तथा न्यादर्शक (सैम्पलर्स) नियुक्त किये जाते हैं। कृषि मंत्रालय (इंग्लैण्ड) को इस अधिनियम को प्रमान्वित करने के लिए नियम-उपनियम बनाने का भी अधिकार प्राप्त है।

### ग्रन्थसूची

AGRICULTURE, MINISTRY OF — *Leaflets dealing with use of specific Fertilizers and Fertilizers on Specific Crops.* H.M. Stationery Office.  
BARKER, A. S. : *Use of Fertilizers.* Oxford University Press.

की शक्ति सदा पशु-खाद्यों के विशेष गुण भी रासायनिक अनुसन्धान के विषय रहे हैं।

ऐसी जानकारी पशु-प्राणकों (स्टॉक फीड्स) के लिए बड़ी मूल्यवान सिद्ध हुई है, क्योंकि इससे वे अपने पशुखाद्यों का उचित उपयोग कर सकते हैं और अपने पशुओं को ऐसे खाद्य दे सकते हैं जिनसे उनकी पोषक आवश्यकताएँ पूरी हो जाँय और वे मितव्ययिता से उच्च कोटि के पदार्थ उत्पन्न करने में सफल हो सकें।

कृत्रिम उर्वरक तैयार करने के अलावा प्राकृतिक खाद्य पदार्थों के उत्पादन से रसायनज्ञों का कोई बहुत घनिष्ठ सम्बन्ध नहीं है। फिर भी चारा तथा दूसरी फसलों की वृद्धि की विभिन्न अवस्थाओं में उनके पोषक मान का पता लगाना रासायनिक अनुसन्धान का ही काम है। उदाहरण के लिए गोचरों (पास्चर) के छोटे पत्तीदार हरे चारे का पोषक मान उन चारों की अपेक्षा अधिक होता है, जिन्हें साधारणतया अधिक बढ़ा कर काटा जाता है। चराने की परिश्रमण प्रणाली (रोटेशनल मिस्टम) में गोचर का चारा हरा, छोटा और पोषक बना रहता है। अधिकतम उपज के समय संहारित-संग्रहण (एनमिलिंग) करके अथवा अन्य कृत्रिम तरीकों से मुलाकर चारों को जाड़ों में इस्तेमाल के लिए बड़ी अच्छी तरह से रखा जा सकता है। इस प्रकार के सभी ज्ञान रासायनिक अनुसन्धानों से ही प्राप्त हुए हैं। यह भी एक महत्वपूर्ण प्रश्न है कि चारे की घास तथा दूसरी फसलें कब काटी जायें जिससे उनका पोषक मान अनुकूलतम हो। इस सवाल के हल में भी रसायनज्ञ ही किमान की सहायता करता है। कृत्रिम रूप से सुखाने तथा संहारित-संग्रहण जैसे चारा संरक्षण के तरीकों और चारों के पोषक मान पर इन तरीकों के प्रभाव का अध्ययन भी रसायनज्ञों ने ही किया है। ऐसे अध्ययनों के फल युद्धकाल में विशेष महत्वपूर्ण सिद्ध हुए हैं क्योंकि उस समय आयातित पशुखाद्य की मात्रा में बड़ी कटौती हुई और उसके कारण पशु प्राणकों को अपने देश में उत्पन्न पदार्थों पर ही अधिकाधिक निर्भर रहना पड़ा तथा जाड़ों के लिए उन्हीं पदार्थों का संरक्षण भी करना पड़ा। घास, ओट, टेअर्न, लुमरने, काने तथा अन्य फसल और पो-र्नैरीज के कचरे जैसे क्षेप्य (वेस्ट) पदार्थों को मुस्वाद एवं उच्च पोषक मान वाले संहारितों (माइलेज) के रूप में परिणत करना भी रसायनज्ञों के प्रयत्न में ही सम्भव हुआ। युद्धकाल में गिबिरो के कच्चे तथा विघाषित (प्रोमैसड) पेयों (मिल) और नषरो की रसायनों के क्षेप्यों के रासायनिक निबन्ध एवं पोषक मान की भी गवेषणा की गई थी। ये सभी चीज भूजरो और कुक्कुट आदि (पोट्टी) को खिलाने के लिए बड़े व्यापक रूप में प्रयुक्त हुई थी। पशुओं का पोषक मान बढ़ाने के लिए उचित रीतियाँ निकालने में भी रासायनिक अनुसन्धानों ने उत्तम योग दिया

और बहुत सी ऐसी चीजों के पोषक मान का ज्ञान कराया जो साधारणतया पशुखाद्य के रूप में इस्तेमाल नहीं की जाती थी।

बहुत से पशुखाद्य विविध उद्योगों के उपजातों (बाइ-प्रॉडक्ट) के रूप में उत्पन्न होते हैं। इनमें अलमी, विनोला, मोषावीन, मूंगफली, तालबीज, नारियल इत्यादि से तेल निकालने के बाद बची खली अवशेष चूर्ण उल्लेखनीय हैं। ये सांद्रित (कॉन्-सेन्ट्रेट) प्रोटीन के रूप में प्रयुक्त होते हैं और इसी प्रकार मामचूर्ण (मीट मील), मास तथा अस्थि चूर्ण, मत्स्य चूर्ण, ज्वेल चूर्ण एवं सुखाये रुधिर जैसे पशु उपजात भी काम में लाये जाते हैं। और भी अन्य उद्योगों के उपजात पशुखाद्य के रूप में इस्तेमाल होते हैं। चुन्दर के चीनी कारखानों में प्राप्त रेबे तथा यवामवनियों (ब्रूअरीज) एवं आमवनियों (डिस्टिलरी) के धान्य ऐसे उपजातों के अच्छे उदाहरण हैं।

जिस प्रकार कृत्रिम उर्वरकों की उत्तमता की सुरक्षा 'फर्टिलाइजर्स ऐण्ड फीडिंग स्टप्स ऐक्ट' के द्वारा की जाती है, उसी प्रकार कृत्रिम रूप में उत्पन्न पशुखाद्यों की उत्तमता की भी उसी अधिनियम से सुरक्षा होती है, जिसके प्रकाशन में आधिकारिक विश्लेषकों की हैमियत से रसायनज्ञों का बड़ा हाथ होता है।

## ग्रन्थसूची

- CARLOS, A S : *Feeding Stuffs* Chapman & Hall, Ltd  
 HALMAN AND GARNER : *Principles and Practice of Feeding Farm Animals*.  
 Longmans, Green & Co , Ltd  
 HENRY AND MORRISON *Feeds and Feeding*. Wisconsin Press.  
 MAYNARD, E L *Animal Nutrition* McGraw Hill Book Co , Inc.

## तम्बाकू

लेफ्टिनेण्ट कर्नल सिडनी डब्लू० बकर, डी० एस० ओ०, बी० एस०सी०  
 (लन्दन), एफ० बार० आई० सी०

साधारण उपयोग के लिए तीन प्रकार के तम्बाकू की खेती की जाती है—(१) वर्जीनिया तम्बाकू (निकोटियाना टुबैकम), (२) सीरियाई तम्बाकू (एन० फुस्टिका) और (३) शीराजी तम्बाकू (एन० पर्सिका)। पहले प्रकार के तम्बाकू की बड़ी

यद्यपि तम्बाकू की खेती समार के प्राय सभी देशों में होती है, लेकिन संयुक्त राज्य अमेरिका में इसके सबसे विस्तृत खेत हैं। कनाडा, भारत, उत्तरी तथा दक्षिणी रोडेसिया, दक्षिणी अफ्रीका और वेस्ट इण्डो ज में तम्बाकू का खूब जमा हुआ उद्योग है तथा यह बराबर बढ़ता जा रहा है। अब आस्ट्रेलिया और मध्य देश में भी इसकी खेती शुरू कर दी गयी है। यूनान, तुर्की, मकदूनिया, टर्च ईस्ट इण्डो ज, वॉनियो और चीन में भी अनेक वर्षों से तम्बाकू की काफी विस्तृत खेती होती है।

इंग्लैण्ड में बाहर में आये तम्बाकू की खपत के निम्नलिखित अंकों से इसके उद्योग की विस्तारता का आभास मिलता है। वार्षिक राजस्व (रेवेन्यू) का यह एक बड़ा महत्वपूर्ण स्रोत है। यह बात कर (ड्यूटी) की निम्नलिखित धनराशियों से स्पष्ट है—

वर्ष (११ मार्च तक समाप्त)	ब्रिटेन की कुल जनसंख्या	ब्रिटेन में प्रयुक्त कुल मार (पौण्ड)	प्रति व्यक्ति पीछे खपत (पौण्ड)	कर की धनराशि (पौण्ड)
१९२२	४७,१२३,०००	१३६,०५९,०३९	२ ८९	५५,१९३,९०३
१९२९	४५,५७७,०००	१४१,९१०,६९२	३ ११	५९,०८६,१५१
१९३९	४७,४८५,०००	१९१,९९९,२६५	४ ०४	८४,८१२,८३५

समार में कोई ऐसा बड़ा देश नहीं है जहाँ तम्बाकू पर सरकार का या तो एकाधिकार (मोनोपोली) न हो या उस पर सीमा कर (क्वैटन्ट ड्यूटी) अथवा उत्पादन कर (एक्साइज ड्यूटी) अथवा दोनों न लागू हों। अतः यदि समार भर में लगे तम्बाकू पर राजस्व की कुल धनराशि का सकलन किया जाय तो उसकी संख्या प्रायः कल्पनातीत होगी।

तम्बाकू की खेती में मिट्टी सर्वप्रथम कारक (फैक्टर) है। इसके रासायनिक निबन्ध के ज्ञान से तो प्रत्याशित (एक्स्पेक्टेड) परिणाम का केवल एक अपूर्ण आभास प्राप्त होता है। इसीलिये मिट्टी का अध्ययन यांत्रिक एवं जैविकीय अवस्थाओं को ध्यान में रख कर करना ही उचित है। वेहन (मोडलिग) तथा बीज को प्रत्यक्षतः एक ही प्रकार की मिट्टी और जलवायु में रोपने पर भी फल भिन्न एवं विविध होते हैं। यह भेद अधिकांशतः भूमि की जैविकीय परिस्थितियों की विविधता के कारण होता है।



रासायनिक उर्वरकों के उपचार से तम्बाकू के पौधे पर बहुत प्रभाव पड़ता है, इसीलिये विशेष अवस्थाओं को ध्यान में रखकर वांछित परिणाम के लिए नाइट्रोजन, फास्फोरस और पोटैश जैसे मुख्य मुख्य तत्वों का सावधानी से समुलन करना पड़ता है। नाइट्रोजन की कमी से उसकी वृद्धि रुक जाती है और उसकी अधिकता से पत्तियाँ काढ़ी, खुरदरी तथा सबल होती हैं और उनमें निकोटिन की मात्रा भी बढ़ जाती है। धूमन के लिए तम्बाकू में जलते रहने की उत्तम क्षमता भी होनी चाहिये। परन्तु पोटैश के अभाव अथवा क्लोराइड या सल्फेटों की अधिकता वाली मिट्टी में उपजे तम्बाकू में यह गुण कम हो जाता है। परिपक्व तम्बाकू के सुवास का भी मिट्टी में फास्फेट की मात्रा में बड़ा घनिष्ठ सन्ध है। रंग, रूप, दृढ़ता तथा अवनम्यता (प्लायबिलिटी) आदि तम्बाकू की पत्तियों के बड़े महत्वपूर्ण गुण हैं।

केवल सुखा करके तम्बाकू में से जल निकाल देना मात्र ही उसके अभिसाधन (क्योरिंग) की रीति नहीं, बल्कि किण्वन (फर्मेंटेशन) प्रक्रिया से उसके रंग, रूप, सुवास तथा अन्य भौतिक गुणों का विकास होता है। तम्बाकू की पत्तियों में अनेक रासायनिक पदार्थ होते हैं और उनमें बहुत से जटिल जीव-रासायनिक परिवर्तन भी होते रहते हैं। इन्हीं कारणों से अभिसाधन अर्थात् क्योरिंग की रीति बड़ी महत्वपूर्ण मानी जाती है।

“अभिसाधन की कुछ रीतियों में शर्करा शेष रह जाती है जब कि अन्य रीतियों में वह गायब हो जाती है तथा उससे साइट्रिक, मैलिक और आक्सलिक अम्ल बन जाते हैं। आगे चल कर ये अम्ल अधिकांशतः कार्बन डाइऑक्साइड और जल में परिवर्तित हो जाते हैं। इस परिवर्तन में साइट्रिक अम्ल का आक्सीकरण उत्तनी सरलता से नहीं होता जितनी से औरों का। एक दूसरी रीति में ऐमेटिक अम्ल की मात्रा छ गुनी बढ़ जाती है और नाइट्रिक अम्ल की मात्रा घट कर आधी रह जाती है। एक और अन्य रीति में देखा गया है कि नाइट्रियो के लवण मध्यनाड़ी से होकर इण्डल में चले जाते हैं।” (Jr Industrial eng. chem., XIV, 1922)

उत्पादन कर के सन्ध में सरकारी प्रयोगशालाओं में प्रति बयें हज़ारों की संख्या में तम्बाकू की आर्द्रता एवं तनिज भस्म का निश्चयन किया जाता है। तम्बाकू की आर्द्रता भी एक मुनिश्चित सीमा के अन्दर ही रखी जाती है, क्योंकि इसमें न केवल कुछ भौतिक दशाओं का रक्षण होता है बल्कि अन्य अवस्थाएँ एक जैसी होने पर भी तम्बाकू में केवल आर्द्रता की मात्रा भिन्न होने से उसके धूम्र में मघटकों का अनुपात बदल जाता है। निर्माता लोग तम्बाकू में निकोटीन की मात्रा पर भी नियंत्रण रखते हैं, क्योंकि यद्यपि स्वयं निकोटीन की मात्रा तम्बाकू की थैली का कोई माप नहीं है फिर भी दमने

इस बात का निश्चय अवश्य हो जाता है कि मिश्रित तम्बाकू के अन्य गुणों का मानकीकरण किया गया है।

ग्रेट ब्रिटेन में तम्बाकू में अन्य पदार्थ मिलाने पर भी वैधानिक रोक है, लेकिन कुछ दशाओं में 'बोर्ड ऑफ ट्रेड' द्वारा नियंत्रित दस्तों के साथ कुछ छूट भी दी जाती है। वहाँ बिकने वाले साधारण सिगरेटों में कृत्रिम सुगंध तथा बाह्य वस्तु नहीं होती। पादप में पिये जाने वाले तम्बाकू में मुरभि बढ़ाने के लिए उनका कुछ विशेष उपचार किया जाता है। इन मुरभि पदार्थों के, जो मुख्यतः वाष्पशील तेलों के ऐल्कोहलीय विलयन होते हैं, निर्माण और मिश्रण पर भी वैधानिक नियंत्रण रहता है। दूसरी ओर संयुक्तराज्य अमेरिका में ग्लिसरीन के केमिंग अथवा डाइइथिलीन ग्लाइकोल प्रायः सार्वत्रिक रूप में शक्कर, शीरा, चाकलेट, फलों के रस तथा वाष्पशील तेल के साथ मिला कर प्रयुक्त होता है।

सिगरेट के लिए कागज निर्माण में भी वैज्ञानिक नियंत्रण की बड़ी आवश्यकता होती है, जिससे उसके आवश्यक भौतिक गुणों की सुरक्षा हो सके। ऐसे कागज में किसी असुद्धता का सूक्ष्मतम देश भी रहने से तम्बाकू की सुगन्ध पर बड़ा प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। कागज की दाढ़ता न तो बहुत तेज और न बहुत धीमी होनी चाहिए, उसका रंग साफ और स्वच्छ होना चाहिए तथा उसे तम्बाकू में से एक उचित सीमा से अधिक रंग नहीं सोखना चाहिए। कागज का आतनन (टेन्साइल) गुण भी ऐसा होना चाहिए कि जिससे बिना कागज के फटे अथवा अन्य प्रकार से क्षत हुए प्रति मिनट लगभग १५०० सिगरेट मशीन से बन कर निकल सके।

तम्बाकू में ऐल्कलायड निकोटीन तथा उसके निकट सबन्धित यौगिकों के अतिरिक्त सामान्य वनस्पति कार्बनिक पदार्थ भी होते हैं। निकोटीन कुछ कार्बनिक अम्लों के समीजन से बने विभिन्न स्थायित्व वाले लवणों के रूप में रहता है।

तम्बाकू की विशेष सुगन्धि वाष्पशील तेलों, अलियो-रेजीनो तथा रेजीनों की लघु मात्रा के कारण होती है, किन्तु रासायनिक विश्लेषण से इसकी श्रेणी (क्वालिटी) का ठीक ठीक निश्चय नहीं किया जा सकता और न ही अन्य किसी साधन में। अच्छी श्रेणी के तम्बाकू में प्रायः काबोहाइड्रेट की मात्रा ऊँची तथा प्रोटीन की मात्रा कम होती है।

जलने की क्षमता पत्तियों में प्राप्य खनिज पदार्थों की संरचना पर निर्भर होती है। और यह एक बड़ी महत्वपूर्ण बात है क्योंकि दहन जितना पूर्ण होगा सुगंध भी

उतनी ही आनन्ददायक होगी। अपूर्ण दहन से उत्पन्न पदार्थ निश्चित रूप से अरुचिकर होते हैं।

तम्बाकू के धूम्र सबन्धी अनुसन्धान पर बहुत कम ध्यान दिया गया है। इसका कारण प्रायः यह है कि इन कार्य में अनेक कठिनाइयाँ हैं, जैसे धूमन की अवस्थाओं का मानकीकरण, उनकी समस्त उत्पत्तियों का पूर्ण संग्रहण, धूम में होने वाले पदार्थों के जटिल समूहों का विश्लेषण तथा रासायनिक यौगिकों के विभिन्न वर्गों का पृथक्करण इत्यादि। परिवर्तित तथा अपरिवर्तित ऐल्कलायड, फिनाल, ऐन्डिहाइड, ऐल्कोहल, टर्पीन, रेजीन और वस्तुनः धूम में प्रायः सभी वाष्पनिक वर्गों के यौगिक पाये जाते हैं। तम्बाकू के धुएँ पर अधिकांश काम वाणिज्यिक सस्यानां में किया गया है, अतः वैज्ञानिक पत्र-पत्रिकाओं में उनका विशेष उल्लेख नहीं पाया जाता। निर्माताओं में विगुह शैक्षणिक महत्त्व की गवेषणा करने कराने की कुछ विनोद प्रवृत्ति नहीं होती। इस प्रकार तम्बाकू उद्योग का रसायन शास्त्र में सबन्ध बहुधा उनके कुछ सामान्य कारकों के नियन्त्रण तक ही सीमित है।

## अध्याय २

### खाद्य

[आहार और पोषण, आटा-पिसाई, रोटी; दूध और दुग्धालय पदार्थ, खाद्य तेल और वसा, शर्करा, स्टार्च, कोको, चाक-लेट, मिठाई; डब्राबन्दी, शीतसन्नहण, यवासवन, ऐल्को-हाल, मदिरा और स्पिरिट]

### आहार और पोषण

ए० एल० बकारैंक, एम० ए० (कैण्टैव), एफ० आर० आई० सी०

खाद्योद्योग की विभिन्न शाखाओं में रसायनज्ञों ने अनेक सेवाएँ की हैं तथा जन-साधारण के कल्याण में हाथ बँटाया है। इसमें सदेह नहीं कि रसायन शास्त्र ने केवल अकेले नहीं धरन् जीवाणुविज्ञान (बैक्टिरियालांजी), इजीनियरिंग तथा कृषि के साथ मिलकर इस उद्योग का उच्चस्तरीय प्राविधिक विकास किया है, हाँ उसका भाग महत्त्वपूर्ण अवश्य है। जिस ज्ञान के आधार पर यह विकास हुआ है उसे सैक्युलम ने 'आहार-पोषण का नवीन ज्ञान' की संज्ञा दी है। इस नवीन ज्ञान से हमारे आहारमन्थी ज्ञान, विशेषकर उनकी कोटि और धेणी के बारे में हमारे दृष्टिकोण पर बड़ा प्रभाव पड़ा है। दृष्टिकोण का यह परिवर्तन अधिकांशतः रसायनज्ञों के अध्यवसाय का ही फल है। इसी अध्यवसाय के परिणामस्वरूप इस उद्योग में वैज्ञानिक रीतियों एवं साधनों को अपना करके इसकी उन्नति की गयी है, जो जन-समुदाय के लाभ का प्रत्यक्ष साधन बनी।

इन शताब्दी के प्रारम्भ में ऐसा समझा जाता था कि मनुष्य अर्थात् स्त्री, पुरुष एवं वृद्धों के पोषण के लिए केवल प्रोटीन, वसा, कार्बोहाइड्रेट, जल, सोडियम, कैल्सियम, लोहा और क्लोरीन पर्याप्त हैं। परन्तु आहारविज्ञान में गत ३-४ दशकों में जो महत्त्वपूर्ण विकास एवं उन्नति हुई तथा उससे जो ज्ञान प्राप्त हुआ उसके सामने हम प्रायः यह भूल-सा गये कि हमें प्रोटीन, वसा इत्यादि सदृश उपर्युक्त खाद्यतत्वों (फुड फैक्टर्स) की अब भी आवश्यकता है। विविध प्रकार के खाद्य-पदार्थों का रसायन-

यनिक विश्लेषण करके ही हमने मनुष्य की वृद्धि और सर्जन की आवश्यकताओं के बारे में ज्ञान प्राप्त किया है। खाद्य पदार्थों की विविधता जानने के लिए हमें एस्किमो लोगो से लेकर मौरी तक, तिब्बतियों से काफ़िरो, आरान निवाशियों से ईस्ट इण्डियनो तक तथा पश्चिमी यूरोप के रहने वालों से लेकर उत्तरी अमेरिकियों तक के आहारों का अध्ययन करना पड़ेगा। रसायनज्ञों द्वारा नियोजित एवं प्रयुक्त विश्लेषण की उत्तम रीतियों में ही आहार-रचना सबन्धी हमारे उस ज्ञान की उत्पत्ति हुई है जिसके अभाव में हम आहार पोषण के मूल सिद्धान्तों के बारे में अन्धकार में ही भटकते रह जाते।

जैसा कि ऊपर बताया गया है, हमारा यह 'नवीन ज्ञान' निस्संदेह रासायनिक विश्लेषणों पर ही आधारित है। विश्लेषण की ये रीतियाँ अब इतनी उन्नत एवं परिष्कृत हो गयी हैं कि उनके द्वारा खाद्य पदार्थों में उन तत्वों का भी आगणन सम्भव हो गया है, जो उनमें केवल सहस्रांशों में ही विद्यमान होते हैं। ये तत्त्व अपनी दैहिक प्रक्रिया (फिजियोलोजिकल ऐक्शन) के कारण मानव स्वास्थ्य के लिए आवश्यक बड़े बड़े खाद्य तत्वों से किसी प्रकार कम महत्वपूर्ण नहीं हैं। पहले इनके मात्रात्मक विश्लेषण की बात तो अलग थी, खाद्य पदार्थों में इनका पता लगाना भी दुस्तर कार्य था। रसायनज्ञ केवल अपने रासायनिक ज्ञान से ही सभी समस्याएँ हल नहीं करते बल्कि समय समय पर जीव-रसायनज्ञों की भी महायत्ना लेते हैं या आवश्यकता पड़ने पर उनका कार्य स्वयं अपने ऊपर लेकर पशु-परीक्षणों द्वारा विटामिनो एवं अन्य खाद्य तत्वों की जांच करते हैं।

खाद्य पदार्थों की रचना सबन्धी हमारे ज्ञान में निरन्तर वृद्धि हो रही है तथा हमी बढ़ते हुए ज्ञान पर खाद्योद्योग की प्रगति निर्भर है। आहार तथा पोषण मान के मुख्य प्रश्नों को हल करने के अतिरिक्त हमारा यह ज्ञान अन्य बातों में भी लाभदायक सिद्ध हुआ है। आहारों के निर्माण एवं विधायन (प्रोसेसिंग) के लिए तथा उसके पूर्व और पश्चात् खाद्य के संग्रहण काल में उत्पन्न होने वाले परिवर्तनों को समझने के लिए भी यह ज्ञान आवश्यक ही नहीं अनिवार्य है। आहारों, विशेषकर विटामिनो, की पाच्यता, स्वाद एवं स्थायित्व जैसे गुणों के नियंत्रण के लिए भी इसकी परम आवश्यकता है। इसके अलावा भोजन पकाने अथवा जीवाणुहनन (स्टेरिलाइजेशन) अथवा वैसी ही अन्य कार्यविधियों (प्रोसीड्योर) में उत्पन्न होने वाले परिवर्तनों को जानना-समझना भी अत्यावश्यक है, क्योंकि खाद्यों के पोषण-मान पर इनका महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है। इस ज्ञान से आहारों की थैली या कोटि के बारे में हमें जानकारी प्राप्त होती है।

खाद्य पदार्थों में अधिकतम पोषक गुण, स्वाद और स्थायित्व की सुरक्षा करना आज के आहार-प्रौद्योगिकीविद् (फुड टेक्नालोजिस्ट) का मुख्य ध्येय होता है। कच्चे माल तथा विधायन<sup>१</sup> की रीतियों का नियंत्रण करके वह इस बात की प्रतिभूति प्रदान करता है कि उपभोक्ता को उसकी चाही प्रकृति एवं श्रेणी की वस्तु मिले तथा किसी अनचाही वस्तु के मिलने से उसकी क्षति न होने पावे।

बड़े पैमाने पर विटामिनो के निर्माण अथवा प्राकृतिक स्रोतों से उन्हें एकलित (आइसोलेंट) या सांद्रित (कान्सेन्ट्रेट) करने में रसायनज्ञों का कार्यभाग भी उल्लेखनीय है। कुछ ऐसे खाद्य पदार्थ होते हैं। जिनमें विटामिन मिलाने की आवश्यकता होती है या विधानतः उनका मिलाना अनिवार्य होना है। इन पदार्थों में आवश्यक विटामिन या उनके सांद्रित मिलाने की रीतियों का बड़ा कड़ा रासायनिक नियंत्रण होता है। आजकल ग्रेट ब्रिटेन में मानव उपभोग के लिये बन रही मार्गरीत में विटामिन ए सांद्रित (या कैरोटीन) अथवा कैल्सिफेराल (विटामिन डी) मिलाया जाने लगा है। यह भी रसायनज्ञों के कार्यों का ही फल है। आजकल संपुक्न राज्य अमेरिका में रोटी में यथेच्छ, विगुद्ध विटामिन बी<sup>१</sup> (एन्पूरीन यानी थायामीन), विशुद्ध रिबोफ्लवीन तथा विशुद्ध निकोटिनिक अम्ल मिलाया जाता है, इसका थोड़ा भी रस जनज्ञों का ही है। ऐस्कार्बिक अम्ल अर्थात् विटामिन सी का बड़े पैमाने पर निर्माण भी रसायनज्ञों के परिश्रम में ही सम्भव हुआ है। अब यह विटामिन फलपाकों (जैम) अथवा अन्य परिरक्षित (प्रिजर्व्ड) खाद्य पदार्थों में सरलता से मिलाया जा सकता है। रासायनिक इंजीनियरों की सहायता और सहयोग में रसायनज्ञों ने पिरिडाक्मीन (विटामिन बी<sub>६</sub>), पण्टोथिनिक अम्ल, बायोटीन (विटामिन एच) मिथिल मप्योक्विनोन (विटामिन के), विटामिन डी, और टोकोफेराल (विटामिन ई) इत्यादि के संश्लेषण में जो सफलता प्राप्त की है वह प्रशंसनीय है। उनका यह प्रयास आहार-प्रौद्योगिकी एवं संश्लेषण रसायन का मध्यमार्ग है।

काउण्टी और बरो<sup>२</sup>—अधिकारियों द्वारा नियुक्त सार्वजनिक विश्लेषक (पब्लिक ऐनेलिस्ट्स) उपभोक्ताओं के हितों की वास्तव रक्षा करते हैं। ये विश्लेषक स्वास्थ्यधिकारी (हेल्थ अफसर) के सहयोग से बराबर काम करते रहते हैं, यद्यपि इन विश्लेषकों के जिम्मे खाद्य विश्लेषण के अलावा भी अनेक काम होते हैं। ग्रेट ब्रिटेन में सभी जन-विश्लेषक (पब्लिक ऐनेलिस्ट) उच्च योग्यता प्राप्त रसायनज्ञ

होते हैं। उनके लिए 'रायल इन्स्टिट्यूट ऑफ केमिस्ट्री' द्वारा आयोजित आहार एवं भोजन रसायन तथा सूक्ष्मदर्शिकी (माइक्रोस्कोपी) की परीक्षा में उत्तीर्ण होना आवश्यक है। उन सबको 'इन्स्टिट्यूट' का 'फेलो' या 'असोसियेट' भी होना पड़ता है तथा उनकी नियुक्तियाँ स्वास्थ्य मन्त्रालय द्वारा अनुमोदित की जाती हैं।

यह कहना उचित नहीं कि सार्वजनिक विश्लेषकों और उद्योगों में काम करने-वाले आहार-रसायनज्ञों में परस्पर विरोध होता है, प्रत्युत इसके विपरीत 'दि सोसायटी ऑफ पब्लिक एनेलिटिक्स एण्ड अदर एनेलिटिकल केमिस्ट्स' तथा 'फुड ग्रुप ऑफ दि सोसायटी ऑफ केमिकल इण्डस्ट्री' जैसी संस्थाओं में निकटतम सहयोग होता है। इसके अलावा आहार उद्योग में काम करने वाले अधिकांश रसायनज्ञ भी 'रायल इन्स्टिट्यूट ऑफ केमिस्ट्री' के 'फेलो' या 'असोसियेट' होते हैं, जिसका अर्थ यह है कि उनकी प्रशिक्षा भी वैसी ही और उतनी कड़ी होती है जितनी जन-विश्लेषकों की। एक ही समस्या के सदस्य होने के नाते वे समान व्यावसायिक शीलाचार (कोड ऑफ प्रोफेशनल एथिक्स) के नियमों से आबद्ध होते हैं। इन्हीं कारणों से खाद्य पदार्थों के उत्पादन एवं वितरण में काम करने वाले सभी प्रकार के रसायनज्ञों में स्वतंत्र विचार-विनिमय और वैज्ञानिक विषयों पर खुला वादविवाद संभव तथा सार्थक होता है। इंग्लैंड जैसे देश में, जहाँ खाद्य पदार्थों के लिए कोई सुनिश्चित वैधानिक मानक नहीं बने हैं, इस प्रकार का पारस्परिक सहयोग बड़े महत्व का विषय है। किसी खाद्य पदार्थ से किसी उपभोक्ता को हानि हुई अथवा नहीं, इस प्रश्न का अन्तिम निर्णय तो न्यायालयों में ही होता है, लेकिन इस प्रकार के मामले न्यायालयों तक पहुँचते ही बहुत कम हैं। जन-विश्लेषक का ही एक शब्द विप्रेता अथवा निर्माता के लिए पर्याप्त होता है और प्रायः उतने से ही सभी मामलों की गलती पकड़ एवं सुधार ली जाती है। आहार रसायनज्ञ ही नहीं बल्कि अच्छे विचारों वाले निर्माता भी खाद्य विश्लेषक को मित्र एवं हितैषी के रूप में मानते हैं। यद्यपि उनका विशेष कर्तव्य जनमाधारण के हितों की सुरक्षा करना है, लेकिन वे अविवेकी व्यवसायियों तथा बेईमान विप्रेताओं की अवाञ्छनीय कार्रवाइयों के विरुद्ध उन निर्माताओं के हितों की भी बराबर रक्षा करते हैं, जो सुयोग्य रसायनज्ञों को काम पर लगाने के लिए सदा सचेष्ट एवं इच्छुक रहते हैं। खाद्य पदार्थों के निर्माण में सचाई और ईमानदारी ही सर्वोत्तम नीति मानी जानी चाहिए, और विश्लेषकों का परम कर्तव्य है कि वे इसकी निरन्तर चेष्टा करें कि यह नीति बराबर अपनायी जाय। यह बड़ी सुखद बात है कि उनको अपने इस कर्तव्य के पालन में शायद ही कभी वैधानिक यंत्र की सहायता लेनी पड़ती है। इसका मुख्य कारण यह है कि उनको अपने कार्य की पूर्ति में उच्च योग्यता वाले सहयोगियों

से बराबर सहायता मिला करती है, जो अपने सारे नवीनतम रासायनिक ज्ञान को आहार उद्योग की उन्नति में लगाते तथा लगाने के लिए तत्पर रहते हैं।

### ग्रन्थ-सूची

- BACHARACH, A. L. *Science and Nutrition* C. A. Watts & Co., Ltd.  
 DAVIDSON, L. S. P., AND ANDERSON, I. A. *Textbook of Dietetics*.  
 Hamish Hamilton, Ltd.  
 DRUMMOND, J. C., AND WILBRAHAM, A. : *The Englishman's Food*.  
 Jonathan Cape, Ltd.  
 HARRIS, L. J. *Vitamins in Theory and Practice*. Cambridge University  
 Press.  
 MCCOLLUM, E. V., ORENT-KEILES, E. AND DAY, H. G. *The Newer  
 Knowledge of Nutrition*. Macmillan & Co., Ltd.  
 MOTTRAM, V. H. *Food and the Family*. Nisbet & Co., Ltd.  
 PARSONS, T. R. *Fundamentals of Biochemistry*. W. Heffer & Sons, Ltd.  
 SHERMAN, H. C., AND LANFORD, C. S. *Essentials of Nutrition* Mac-  
 millan & Co., Ltd.  
 HUTCHINSON, SIR ROBERT, AND MOTTRAM, V. H. *Food and Dietetics*.  
 Edward Arnold & Co.

### आटा-पिसाई में रसायनज्ञ का कार्यभाग

टी० एच० फेयरब्रदर, एम० एस-सी० (मैन०), एफ० आर० आई सी०

आटा-पिसाई में वैज्ञानिक ज्ञान का प्रयोग होना अभी हाल की बात है। यद्यपि आटा पीसने का काम किमी न किसी रूप में सारे ससार में स्मरणातीत काल से होता आया है लेकिन बीसवीं शताब्दी के पहले इस उद्योग में उमकी समस्याओं को हल करने के लिए रसायनज्ञों तथा जीव रसायनज्ञों की सहायता का पूरा पूरा उपयोग नहीं किया जाता था। और न इन समस्याओं को वैज्ञानिक ढंग से हल करने का कोई प्रयत्न ही किया जाता था। इस शताब्दी के पूर्व धान्यों अर्थात् अनाजों का अध्ययन केवल कृषि-अन्वेषण का ही अंग माना जाता था और तत्सम्बन्धी कोई भी अनुसन्धान कार्य मुख्यतः उपज बढ़ाने तथा कृषि की रीतियों को उन्नत बनाने के ही ध्येय से किया जाता रहा है।



धान्य विज्ञान अर्थात् धान्यो का अध्ययन तथा पिसाई और सेंकाई प्रक्रमों में होने वाले भौतिक एवं रासायनिक परिवर्तनों का अध्ययन वस्तुतः बीमबी शताब्दी की देन है। इसके पहले भी कुछ अनुसन्धान हुए थे; जैसे गेहूँ प्रोटीन सबन्धी ऑन-योन एंव ऊर्ध्वम का कार्य जो १८९४ में 'अमेरिकन केमिकल जर्नल' में प्रकाशित हुआ था। १७२८ में बेक्कारी ने यह बताया था कि गेहूँ के आटे को दो भागों में पृथक् किया जा सकता है, जिन्हें उन्होंने 'बनस्पति' तथा 'प्राणी' प्रकृति वाले भाग कहा था। किन्तु इन अवग्रेकनों की व्यापकता कुछ विशेष न थी और न उनके समन्वय पर ही कोई खास ध्यान दिया जाता था। वस्तुतः धान्य रसायन (सीरियल केमिस्ट्री) का प्रारम्भ १९०७ में हुआ और उड महोदय उसके प्रवर्तक थे, क्योंकि उन्होंने गेहूँ प्रोटीन के रासायनिक निबन्ध पर प्रथम अनुसन्धान किये। उसके बाद ही देश-विदेश में रसायनज्ञों ने पिसाई सबन्धी समस्याओं को हल करने का अधिकाधिक प्रयत्न किया।

पिसाई उद्योग वाले रसायनज्ञों के काम सूक्ष्म रसायन, रंजक एवं नेपज निर्माण में लगे रसायनज्ञों के काम से कुछ बातों में बहुत भिन्न है। इनकी तुलना केवल इस हद तक की जा सकती है कि दोनों वर्गों के रसायनज्ञों को अति परिसुद्ध रासायनिक विश्लेषण करने पड़ते हैं। आटा-पिसाई प्रयोगशाला का विश्लेषण-विभाग ही सबसे महत्वपूर्ण माना जाता है, क्योंकि विश्लेषक द्वारा की गयी परीक्षाओं के फल पर ही गेहूँ की मिलावट तथा अनुकूलन जैसी क्रियाएँ निर्भर करती हैं। धान्य रसायनज्ञ का यह काम है कि वह ऐसे गेहूँ से, जिनकी श्रेणी में काफी उतार-चढ़ाव होता है, बराबर एक्कम धाटा उत्पन्न करने में सक्ती वालों की सहायता करे। रसायनज्ञ की सहायता उपलब्ध होने के पहले चक्की वाले गेहूँ को दाँत से कुतर करके ही गेहूँ में आर्द्रता की मात्रा तथा उसके बीज की कठोरता और मृदुता का अनुमान कर लेते थे; और फिर उसे चबाते थे जिससे उसका सारा स्टार्च गायब हो जाता और अश्लेष (ग्लूटेन) की जुगली मात्र बच रहती। इसी अश्लेष के लवलीपन से उन्हें गेहूँ की शक्ति के बारे में अपना निष्कर्ष निकालना पड़ता था।

जैसा कि ऊपर कहा गया है चक्कीवालों के चक्के माल अर्थात् गेहूँ की श्रेणी में बड़ा उतार-चढ़ाव होता है। बाजार में गेहूँ की एक हजार से ऊपर किस्में पायी जाती हैं। किस्मों की इस विभिन्नता का कुछ आभास फेयरब्रदर की प्रयोगशाला में एक ही ऋतु में प्राप्त नमूनों के विश्लेषणों से प्राप्त हो सकता है, उनकी आर्द्रता की मात्रा

८.५ प्रतिशत से लेकर २१ प्रतिशत तथा प्रोटीन मात्रा ७.० प्रतिशत से १५ प्रतिशत तक थी। इस श्रेणी भेद का ठीक ठीक आगणन<sup>१</sup> गेहूँ को केवल नुतुर अथवा चवाकर ही नहीं किया जा सकता। यह तो सुग्राही नुला, मानक विलयनों एवं परिशुद्ध रीतियों से युक्त योग्य रसायनज्ञ की ही सहायता में किया जा सकता है और तभी गेहूँ की श्रेणी का ठीक ठीक ज्ञान हो सकता है। आर्द्रता, प्रोटीन, भस्म, स्टार्च, सेल्युलोज, वसा, माल्टोज विटामिन इत्यादि की मात्रा का निश्चयन रसायनज्ञ के वैश्लेषिक कार्य के कुछ उदाहरण हैं। माल्टोज के निश्चयन में रोटी के चिपकनेवाले गूदा (स्टिकी फ़ैब) सक्की कठिन समस्या को हल करने में बड़ी सहायता मिली है। कुछ गेहूँ में डायस्टेज की सक्रियता अत्यधिक और कुछ में बहुत कम होती है। विभिन्न प्रकार और श्रेणी वाले गेहूँ को मिलाकर तथा डायस्टेज की कम सक्रियतावाले नमूनों में माल्ट मिलाकर ऐसे दोषों को ठीक किया जाना चाहिये।

आटा-पिसाई उद्योग वाले रसायनज्ञों को परिशुद्ध विश्लेषण करने के अलावा अपने परिणामों का बड़े पैमाने पर व्यवहार भी करना चाहिये। जैसे रजक कारखानों अथवा अन्य रासायनिक निर्माणियों में मपरीक्षा सयन्त्र (एकम्पेरिमेण्टल प्लाण्ट्स) लगे रहते हैं उभी प्रचार आजकल पिसाई उद्योग के रसायनज्ञों को प्रयोगशाला में भी ऐसे सयन्त्र लगे मिलेंगे। यह बड़ी महत्वपूर्ण बात है, क्योंकि विविध प्रकार के गेहूँ के नमूनों को वह स्वयं पीस कर यह ठीक ठीक बता सकते हैं कि वे किम हद तक चक्की-वालों के काम के होंगे तथा उनके बारे में अपने उचित मुझाव भी दे सकते हैं। गेहूँ के नमूनों में इस प्रकार की मपरीक्षा कर वह चक्कीवालों को गेहूँ की खरीद के बारे में भी उचित मलाह दे सकते हैं। अगर गेहूँ खरीदा जा चुका है तो वह उसके मिश्रण अनुकूलन अथवा पिमाई के सबध में भी निर्देश कर सकते हैं। यों तो कोई चक्कीवाला उत्तम गेहूँ से आटा बना सकता है, लेकिन रसायनज्ञ उसे इससे अधिक भी कुछ करने में सहायता करते हैं। वह तो अपने प्रयोगों के आधार पर ऐसे गेहूँ का उपयोग कराते हैं जिसे या तो फेक दिया जाता या फिर उसे पीस कर निकृष्ट आटा तयार किया जाता।

उपर्युक्त बातों में चक्कीवालों को उपलब्ध रसायनज्ञों की कुछ प्रत्यक्ष सेवा-सहायता की एक झलक मिलती है, परन्तु वैज्ञानिक प्रशिक्षा प्राप्त बुद्धिमान् रसायनज्ञ तो अन्य कितनी ही दिशाओं में उपयोगी सिद्ध हो सकता है। आटा-पिसाई तो ऐसा उद्योग है जिसकी मूल्य गणना प्रणाली में दसमलव के बिन्दुओं का भी विशेष महत्त्व

होता है अतः उन पर कड़ी दृष्टि रखने की आवश्यकता होती है। प्रति बोरा पैनी के एक अंश का भी हानि या लाभ पर बड़ा गम्भीर प्रभाव पड़ता है। रसायनज्ञ अपने विश्लेषणों द्वारा यह बता सकते हैं कि गेहूँ में आर्द्रता की लाभप्रद कितनी मात्राएँ रखी जा सकती है। यह प्रायः निरर्थक जान पड़ता है क्योंकि लोग बहुधा यही सोचते हैं कि आर्द्रता की जितनी अधिक मात्रा होगी आटे का भार उतना ही अधिक होगा, फलतः लाभ की राशि भी उतनी ही बढ़ जायगी। किन्तु यह बात सही नहीं है, क्योंकि विभिन्न प्रकार के गेहूँ की एक ऐसी अनुकूलतम आर्द्रता होनी है जिससे सर्वोत्तम एष सर्वाधिक आटा प्राप्त होता है। उदाहरण के लिए मैनिटोवा न० १ गेहूँ की उत्तम पिसाई के लिए आर्द्रता की मात्रा आस्ट्रेलिया के गेहूँ से बहुत भिन्न होती है। मैनिटोवा गेहूँ में बड़ा शक्तिशाली श्रूटेन होता है और उसका आटा भी बहुत रवादार होता है। इस गेहूँ से अधिकतम प्राप्ति पाने के लिए इसमें १८% आर्द्रता रखनी पड़ती है अन्यथा इसका अच्छा आटा बन कर बोरे में एकत्र होने के बजाय केवल दलिया बनकर चक्की के बीच तली में जमा हो जाता है। दूसरी ओर आस्ट्रेलियाई गेहूँ के लिए भिन्न उपचार की आवश्यकता होती है क्योंकि अगर १५% आर्द्रता के ऊपर उसकी पिसाई की जाय तो वह ऊन के समान हो जाता है और फिर ठीक से छन नहीं सकता। रसायनज्ञों ने यह भी बताया है कि सबको मिलाकर एक साथ अनुकूलित करने के बनिस्बत विभिन्न प्रकार के गेहूँ का अलग-अलग अनुकूलन अधिक लाभदायक होता है। प्रत्येक प्रकार के गेहूँ की जाच अलग अलग होनी चाहिए और उत्तम फल प्राप्त करने के लिये उनके गुणों के अनुसार उनका अलग-अलग उपचार किया जाना चाहिये। उनको अलग-अलग भाण्डों में रखना चाहिए और केवल पीसने के पूर्व ही एक में मिलाना चाहिये।

इस उद्योग में शुद्धता का प्रश्न भी बड़े महत्त्व का है और इसका नियंत्रण भी रसायनज्ञों का ही वर्तव्य है। उन्हें इस मामले में बड़ी सावधानी बरतनी पड़ती है जिससे खट्टा या फफूँदी लगा गेहूँ अथवा ऐसा गेहूँ जो भीगकर खराब हो गया है, चक्की में पीसने के लिए न चला जाय। उन्हें कभी-कभी जीव-रसायनज्ञ का भी काम करना पड़ता है और अपने सूक्ष्मदर्शी (माइक्रोस्कोप) तथा सर्वधं शरावक (पेट्री डिश<sup>१</sup>) का भी प्रयोग करना पड़ता है। आटे की चक्की में बार बार आने वाले नासिकीटो (पेस्ट) का भी अध्ययन करना पड़ता है, उदाहरणार्थ भूमध्यसागर वाले पतंगे (मांय) ऐसा डिम्बीय (लार्वल) जाल बनाते हैं कि चक्की का निकास ही बन्द

हो जाता है, तथा ऐसे विविध प्रकार के धुन होते हैं जो न केवल गेहूँ में लगकर उसे खाते हैं बल्कि उनके शेषांश में जीवाणु दोष उत्पन्न कर देते हैं जिससे काफी क्षति होती है। फिर कुछ ऐसे कृमि भी होते हैं जिनके रूपान्तर से काले वाले भृग उत्पन्न हो जाते हैं। इनके अलावा अनेकों और प्रकार के नाशिकीट होते हैं जो आटा चक्की में प्रायः पलते हैं। हैमलेट का कथन है “यह एक बेनिराया हुआ उपवन है जहाँ सभी प्रकार के पौधे उग गये हैं (हरित भूमितृण सकुल ममुझि परै नहि पय—तुलसीदास) और जहाँ प्रकृति के अवाछित धाम-फूस का ही राज्य है।” उभी प्रकार कोई वह सकता है कि यह उपेक्षित आटे की चक्की है जिसमें मैल और धूलि जमा है और जिसमें नाशिकीटों और सभी अगोभनीय चीजों का ही राज्य है। अतः रसायनज्ञों को नाशिकीटों के लक्षणों की ओर से सदा सावधान रहना चाहिए जिससे वह उनके द्वारा होने वाले नाश से अपनी चक्की की रक्षा कर सके। उन्हें धूमन की विविध रीतियों से अवगत होना चाहिये और समय समय पर यथावश्यकता चक्की के गहराई का धमन कराते रहना चाहिये। उनकी बुद्धिमानी इसमें है कि वह नाशिकीटों के आने की प्रतीक्षा न करे बल्कि उनके आगमन का अनुमान पहले से कर सके और उनके आक्रमण के पहले ही मजग हो जायें। एनदर्य समय समय पर चक्की की सफाई और धूमन कराते रहना चाहिए।

ऐसे ही अन्य अनेक काम हैं जिनका प्रतिपादन रसायनज्ञ द्वारा हो सकता है। है। उनके काम का एक महत्त्वपूर्ण भाग यह भी है कि वह वाणिज्यिक गेहूँ में प्रायः पाये जाने वाले अन्य बीजों के गुणों की जाँच तथा उनका वर्गीकरण करें। ऐसे कुछ बीज तो अर्गट जैसे विषाक्त होते हैं और हृदयगति (कॉस्ल) जैसी अशुद्धियाँ पशुओं के लिये हानिकारक होती हैं, अतएव ऐसी चीजों को आटे से अलग करना अत्यावश्यक है।

गेहूँ और आटे के काम के अलावा रसायनज्ञ अनेक अन्य उपयोगी काम भी करते हैं। उदाहरण के लिए चक्की में लगे रगटेप की जाँच करना तथा ईंधन की खपत पर चौकसी रखना इत्यादि भी उन्हीं की जिम्मेवारी मानी जाती है। वस्तुतः उन्हें हर बात पर विज्ञान की चौकन्नी दृष्टि रखनी पड़ती है तथा छोटी बड़ी जो भी समस्याएँ सामने आयें उन्हें अपनी वैज्ञानिक बुद्धि में हल करना पड़ता है। आटे की चक्की वाले रसायनज्ञों का सवन्व मनुष्य के प्रमुख एवं सर्वाधिक महत्त्वपूर्ण खाद्य पदार्थ से होने के कारण उनका काम अत्यन्त उत्तरदायित्वपूर्ण होता है। आटे की बनी रोटी की श्रेणी पर ही तो सारे राष्ट्र का स्वास्थ्य और कल्याण निर्भर करता है। रसायनज्ञ को अपनी परम्पराओं का आदर करना तथा प्रत्येक बात पर निष्पक्षता से विचार

करना चाहिए। हृष्यभी लोगों की बातों को सुन लेने में हर्ज नहीं किन्तु उनमें सहमत होने तथा उनके अनुसार काम करने की जरूरत नहीं। उन्हें मर्दाना याद रहना चाहिए कि उनका काम राष्ट्र के लिये यथासम्भव सर्वोत्तम रोटी तैयार करना है न कि किसी की विक्षिप्त बातों पर विचार करना, विशेषकर जब ऐसी बातें सचमुच किनी मुद्द सिद्धान्त पर आधारित न हों।

राष्ट्र की रोटी की उत्तमता का निश्चय करने वाले रसायनज्ञ का काम युद्ध-काल में तो और भी गुरुत्वपूर्ण होता है। दान्ति काल में जब गेहूँ का प्रचुर नौबहन होता था तब चक्की वाले गेहूँ से लगभग ७०% सफेद मैदा बनाते थे तथा कुछ मीमित भाग की पूर्ति के लिये कमी कमी १००% पूर्ण चूर्ण (होल मील) भी तैयार कर लेते थे। किन्तु युद्धकाल की आपात्ता आवश्यकताओं की वजह से नौबहन (सिपिंग) का प्रयोग अन्य अधिक जरूरी कामों के लिए करना पड़ा फलतः गेहूँ की उपलब्धि में कमी हो गयी और जितना प्राप्य था उससे अधिक से अधिक मैदा तैयार करना आवश्यक हो गया। १९४१ में गेहूँ से मैदे की प्राप्ति ७५% और १९४२ में ८५% तक बढ़ायी गयी। इस परिवर्तन के कारण आटा-पिसाई की प्रविधि में आमूल सशोधन करना पड़ा और मैदे की श्रेणी का स्थायीकरण भी। इसमें रसायनज्ञों का बड़ा महत्वपूर्ण योगदान था। मैदे के तत्कालीन सरकारी मानक निम्नलिखित हैं “आटे में यथासम्भव अधिक अकुर, विटामिन बी,—१ ०-१ ५ अन्तर्राष्ट्रीय एकक, तन्तु कम से कम ०.६५% और भस्म लगभग ०.८५% होना चाहिए तथा न० ८ की रेशम छत्री से छानने पर ११% से अधिक चोकर न हो।” इन मानकों को देखकर कोई भी यह समझ सकता है कि आटा पिसाई की विधा पर किम प्रकार रसायनज्ञ का पूरा निबन्धन एवं अधिकार होता है।

युद्धान्तर काल में भी रसायनज्ञ पर बड़ी जिम्मेदारी है क्योंकि जनता श्वेत रोटी चाहती है जब कि ऐसी रोटी बनाने में उसके कुछ महत्वपूर्ण विटामिन और खनिज पदार्थ नष्ट हो जाते हैं। इन आवश्यक तत्वों का पता रसायनज्ञों ने ही लगाया है तथा उनके सन्श्लेषण की विधा (प्रक्रिया) भी उन्हीं की सफलता का फल है। सफेद मैदे में ये तत्व कैसे और किस मात्रा में मिलाये जायें कि उससे रोटी बनने पर उसके स्वाद में तनिक भी अन्तर न पड़ने पाये। इस समस्या का हल भी रसायनज्ञ के ही हाथ में है। समुक्त राज्य अमेरिका में वाणिज्यिक पैमाने पर तैयार होने वाली रोटियों में भी ऐसे तत्व मिलाये जाने लगे हैं। इन तत्वों को या तो मैदे में ही डाल दिया जाता है या फिर उन्हें गुंवे हुए पिष्ट में मिलाया जाता है। पहली अक्टूबर १९४२ को मैदे के लिये जो मानक निश्चित किया गया था वह इस प्रकार है प्रति पाउंड मैदे में थायामिन

२०—२५ मिन्नीग्राम, रिबोफ्लेवीन १५ मिन्नीग्राम, निकोटिनिक अम्ल १६०—  
२०० मिलीग्राम तथा लोहा १३०—१६५ मिन्नीग्राम।

कनाडा में भी पिसाई की प्रविधि में कुछ परिवर्तन करके विटामिन युक्त नफेद मदा तैयार किया जाने लगा है, यद्यपि इसमें विटामिनयुक्ष्ट मात्रा में नहीं होता। इस प्रविधि के विकास में भी रसायनज्ञ का ही प्रयास निहित है। ऐसा लगता है कि भविष्य में प्रायः सभी जनह रोटी में जीव-रसायनजों द्वारा निर्वाग्न मात्रा में मश्टिष्ट विटामिन मिलाकर उसे अधिक पोष्टिक बनाया जाएगा। इंग्लैंड में एन्थ्रोनि (विटा० बी.) तैयार करने के लिये मयन्त्र स्थापित किया जा चुका है और यदि नौवहन की कठिनाई न हुई होती और ३०% मैदा बनाना जारी रहता तो उसमें एन्थ्रोनि मिलाकर उसे अवश्य ही अधिक पोष्टिक बनाया जा सकता। विटामिनो से परिपूर्ण एक विशेष प्रकार का चिन्च (योस्ट) तैयार करके विटामिन-समृद्धिकरण (एनरिचमेण्ट) की एक नई रीति निकालने का प्रयत्न हो रहा है।

गत समय में भी रसायनज्ञों ने पिसाई उद्योग में महान् योगदान किये हैं, लेकिन भविष्य में तो इसकी सम्भावनाएं और भी अधिक हैं। इन उद्योग में अब रसायनज्ञों का पूरी तरह से स्थायी स्थान बन गया है और यह निश्चित है कि वे अपने नमक का बदला अवश्य चुकायेंगे।

## ग्रन्थ-सूची

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS *Cereal Chemistry*, Vols 1-21, *American Cereal Laboratory Methods*  
BAILEY, C. H. *Chemistry of Wheat Flour* Reinhold Publishing Co  
BAILEY, C. H. *The Constituents of Wheat and Wheat Products* Reinhold Publishing Co  
DULY, S. J. *Grain* Oxford University Press  
FAIRBROTHER, T. H. *Wheat and Flour Section Food Industries Manual* Leonard Hill, Ltd  
KENT-JONES, D. W. *Modern Cereal Chemistry*. Northern Publishing Co., Ltd  
SCOTT, J. H. *Flour Milling Processes* Chapman & Hall, Ltd.  
SIMON, E. D. *Physical Science of Flour Milling*. Northern Publishing Co., Ltd.

## रोटी

डी० डब्लू० केप्ट-जोन्स, बी० एस-सी०, पी०-एच० डी० (लन्दन),  
एफ० आर० आई० सी०

मनुष्य को गेहूँ उपजाने की कला प्रागैतिहासिक काल से ही मालूम थी। उसने रोटी बनाना कब सीखा यह बात भी प्राचीनता के ही गर्भ में छिपी हुई है। प्रस्तर युग में भी गेहूँ उपजता था और उसे कूट कर तथा पानी में सान कर पिष्ट बनाया जाता और उसी का टिक्कड़ बना कर समभवतः तप्त पत्थरो पर ही सेक लिया जाता था।

शुरू शुरू में रोटी बनाने की एक घरेलू कला थी। पहले रोटी बिना जमीर उठाये बनती थी, फलतः वह अवातित (अनएरेटेड) होती थी। यह किंवदन्ती है कि वातित (एरेटेड) और हल्की रोटी सयोगवश एक यूनानी नौकर की कामचोरी के फलस्वरूप बनी थी। उस भलेमानस ने एक दिन डर के मारे अपनी जान बचाने के लिए पहले दिन का सना हुआ आटा मिला कर रोटी के लिए पिष्ट बनाया। इसी घटना के परिणामस्वरूप खमीरी रोटी बन गयी क्योंकि वासी पिष्ट में यीस्ट<sup>१</sup> उत्पन्न हो गया था, जिसकी वजह से उसमें किण्वन (फर्मेंटेशन) और वातन<sup>२</sup> हो गया और उत्तम एवं हल्की रोटी तैयार हो गई। मँदे को पानी में सान कर बनाया गया पिष्ट यीस्ट के प्रजनन एवं वर्धन के लिए बड़ा उपयुक्त माध्यम होता है, इसलिए अगर किसी बामी पिष्ट पर बन-यीस्ट आ पड़े और उन्हें कुछ समय मिल जाय तो उनका गुणन इतना शीघ्र होगा कि थोड़े ही समय में वह पिष्ट केवल एक निर्जीव पिष्ट नहीं बरूँ एक जीवित पुञ्ज बन जायगा।

कुछ समय बाद नियन्त्रित विधा से जीवित यीस्ट का प्रयोग किया जाने लगा और सक्रिय किण्वक (फर्मेंटिंग एजेंट) के शीघ्र गुणन योग्य मिश्रण पर यीस्ट तैयार करके उसे ताजे बने पिष्ट में मिलाया जाता था। आगे चल कर अधिक सक्रिय प्रकार का यीस्ट ही पिष्ट में मिलाया जाने लगा। इस रीति का उत्तम फल हुआ क्योंकि मिश्रण बना कर डालने से किण्वक बहुत धीरे धीरे उत्पन्न होता था।

पहले बिअर बनाने में प्रयुक्त होने वाला यीस्ट ही रोटी बनाने के काम में भी आता था, लेकिन बाद में यह पता लगा कि कुछ अन्य प्रकार के यीस्ट से रोटी बनाने में अधिक सक्रिय किण्वन होता है। आसबको (डिस्टिलर्स) द्वारा प्रयुक्त होने वाला

<sup>१</sup> Yeast<sup>२</sup> Aeration

यीस्ट विशेष रूप से सक्रिय जान पड़ा। इस प्रकार ऐलकोहॉल तैयार करने वाली आसवनी (डिस्टिलरी) का एक उपपदार्थ रोटी बनाने में बड़ा महत्वपूर्ण सघटक बन गया। किन्तु कालान्तर में परिस्थिति एकदम बदल गयी। रोटी बनाने के लिए ही इस प्रकार के यीस्ट की विशाल मात्रा की जरूरत पड़ने लगी और इसे मुख्य रूप से तैयार करना पड़ा, फलतः ऐलकोहॉल स्वयं उपपदार्थ बन गया।

जैसे जैसे रोटी बनाने का उद्योग बढ़ने लगा और घरों में रोटी बनना कम होने लगा वैसे वैसे यह भी जरूरी हो गया कि किण्वन विधा को ठीक ठीक समझा जाय। समारंभ से गेहूँ मँगा कर मैदा तैयार करने वालों ने अनुभव किया कि रोटी वाले अब कुछ विशेष प्रकार के गेहूँ के मैदे की ही माँग करने लगे हैं, क्योंकि एक विशेष प्रकार का मैदा इस्तेमाल करने से कुछ ख़ाम भूतिक गुणों वाला पिष्ट तैयार होता था जिसमें रोटी वाले अपनी किण्वन प्रक्रिया से बड़ी आकर्षक, सुन्दर रंग एवं सुगन्ध वाली पाव रोटी बना सकते थे। ऐसी रोटी की जनना में बड़ी माँग होती। धीरे धीरे रसायनज्ञों ने ऐसी परीक्षाओं एवं जाँच करने की रीतियों का विकास किया जिनसे विभिन्न प्रकार के गेहूँ और मैदे की परीक्षा करके यह बताया जा सकता था कि वह उत्तम रोटी बनाने के लिये उपयुक्त है अथवा नहीं। कुछ मैदे प्रत्यक्ष रूप से माधारण मेकई के लिये सतोपजनक नहीं सिद्ध हुए क्योंकि वे कुछ बातों में हीन थे। उदाहरण के लिए जिस प्रकार उनकी प्रोटीन मात्रा कम थी उसी प्रकार उनके ग्लूटेन के भौतिक गुण भी भिन्न थे तथा उनमें डायस्टीय सक्रियता भी कम थी। डायस्टीय सक्रियता कम होने के कारण उनमें स्टार्च के जलाशन (हाइड्रोलिसिस) में प्रचुर मात्रा में शर्करा नहीं बन पाती थी इत्यादि।

भिन्न-भिन्न रोटी वालों के विभिन्न प्रकार की अपनी अपनी प्रक्रियाएँ प्रयोग करने के कारण यह विषय बड़ा जटिल हो गया है। कभी तो सब सघटकों अर्थात् मैदा, यीस्ट, लवण और पानी को एक साथ मिला कर किण्वन के लिए छोड़ दिया जाता है। ऐसे मिश्रण को "स्ट्रेटडफ" अर्थात् "ऋजुपिष्ट" कहते हैं और यह कम समय (३-४ घण्टे) अथवा अधिक समय (१०-१२ घण्टे) वाली दोनों विधाओं के लिए तैयार किया जा सकता है। वस्तुतः समय तो मुख्यतः यीस्ट की मात्रा पर ही निर्भर होता है। लेकिन यह जरूरी नहीं कि जो मैदा कम समय वाली विधा (प्रक्रिया) के लिये उपयुक्त हो वही लम्बी प्रक्रिया के लिए भी ठीक हो। कभी कभी रोटी वाले 'स्पज और डफ' प्रणाली से रोटी बनाकर एकदम करके हैं। इस प्रणाली में भी समय बढ़ाया घटाया जा सकता है। 'स्पज और डफ' रीति में मैदे के केवल थोड़े से भाग का पिष्ट बनाया जाता है और उसी में सारा यीस्ट मिला दिया जाता है। जब इस पज में कुछ समय तक किण्वन हो सकता



वह फूल करके सचमुच पाव रोटी की शकल की बन जाय। परन्तु यमौर का यह उठान सभी सम्भव होगा जब यीस्ट सक्रिय हो और उमकी प्रक्रिया के लिए पिष्ट में पर्याप्त शर्करा मौजूद हो। कभी-कभी उपयुक्त परिपक्वता उत्पन्न करने के लिए दीर्घकालीन किण्वन में मूल शर्करा समाप्त हो जाती है। यह शर्करा भी आटे के स्टार्च पर डायस्टीय एंजाइमों की प्रक्रिया से उत्पन्न होती है। इसमें प्रकट है कि यह सारी प्रक्रिया बड़ी सूक्ष्म और सन्तुलित है। ग्लूटेन का ठीक-ठीक परिपक्व होना अत्यन्त आवश्यक है। और उमी के साथ साथ द्रष्टेय मात्रा में कर्वन डाइऑक्साइड गैस का उत्पन्न होना भी।

यीस्ट अथवा मैदे में किसी दोष अथवा सेकाई प्रविधि में किसी भूल के कारण ही अक्सर अच्छी और सतोषजनक रोटी नहीं बन पाती। अगर दोष मैदे में हो तो यह जानने की जरूरत होगी है कि क्या उमके ग्लूटेन की मात्रा अथवा प्रकृति इस अवांछित फल का कारण तो नहीं अथवा यीस्ट के एंजाइमों की सक्रियता में तो कोई गड़बड़ी नहीं अथवा अन्य किस अभाव के कारण अच्छी रोटी नहीं बनी। और अगर सेकाई में कुछ भूल हुई तो गलती कब, कहाँ और कैसे हुई? इन सभी प्रश्नों के सही उत्तर जान लेने पर ही सतोषप्रद परिणाम प्राप्त हो सकता है।

पिसाई उद्योग वाले रसायनज्ञों के लिए यह देखना अत्यावश्यक है कि मैदा किण्वन की विशिष्ट प्रक्रिया के लिए उपयुक्त है कि नहीं। उन्हें गेहूँ एवं मैदे के मैकाई गुणों का ज्ञान होना चाहिये, तथा यह जानना भी जरूरी है कि रोटी में चिपकदार गूदा मद्दश दोष किन कारणों से उत्पन्न होते हैं, जिसे वे उसका मफल निवारण कर सकें। यद्यपि आजकल रोटी बनाने वाले अपनी विशेष किण्वन प्रक्रिया के सुनिश्चित ज्ञान से यथा-सम्भव—मैदे के गुणों की जाँच कर लेते हैं, लेकिन उन्नतिशील एवं कुशल रोटीघरों में रसायनज्ञों की सेवा आवश्यक समझी जाती है। सामान्यतः इनके अनुसन्धानों की तीन मुख्य दिशाएँ हैं—

(१) आर्द्रता-परीक्षण, प्रोटीन और भस्म आगणन, डायस्टीय सक्रियता और रंग निदर्शन जैसे रासायनिक विश्लेषण।

(२) मैदे से बने वास्तविक पिष्ट का भौतिक एवं यांत्रिक परीक्षण। यह परीक्षण बड़ा महत्वपूर्ण है, क्योंकि रोटी बनाने वाला पिष्ट के भौतिक गुणों को देखकर अपने अनुभव से बड़ी सरलता से यह जान लेता है कि उससे अच्छी रोटी बनेगी या नहीं और इसी आधार पर वह किसी मैदे को पसन्द या नापसन्द करता है। पहले पिष्ट के भौतिक गुणों की परीक्षा उसे छूकर अथवा हाथ में लेकर की जाती थी, इसीलिए ऐसे निर्णय बहुधा भ्रमात्मक होते थे। परन्तु अब तो पिष्ट-परीक्षण के लिये भी यंत्र तैयार हो गये हैं जिनसे उनका मूल्यांकन ठीक-ठीक किया जा सकता है और प्राप्त परिणाम

कार्यकर्ता की वैयक्तिक धारणाओं से मुक्त होते हैं तथा वैज्ञानिक परिशुद्धता से निकाले जा सकते हैं। बड़े बड़े रोटीघरों में रसायनज्ञों ने पूर्वगामी विधाओं में परिवर्तन करके अब उन्हें अपने कार्यान्वयन बना लिया है। पिप्टरीक्षण यंत्रों द्वारा की गई मपरीक्षाओं के विद्वत्संगीय परिणामों के आधार पर कुछ बहुत सुन्दर सुझाव भी दिये जा सके हैं।

(३) मैकई का नियंत्रित परीक्षण—ये परीक्षण उचित और निश्चित रूप से तभी किये जा सकते हैं जब उनकी परिस्थितियों पर ठीक-ठीक वैज्ञानिक नियंत्रण हो।

रोटी निर्माण में सबन्धित समस्याओं को हल करने के अलावा अन्य बातों में भी विशाल रोटीघरों वाले रसायनज्ञों के परामर्श की आवश्यकता पड़ती है, जो बड़े लाभ-दायक होते हैं। रोटी बनाने में इस्तेमाल होने वाले पदार्थ, जैसे यीस्ट, यीस्ट-सक्रियकर्ता, लवण, दुग्धचूर्ण और माल्ट के ही विश्लेषण नहीं करने पड़ते बल्कि शर्करा, वसा और फलों जैसे मिष्ठान्न बनाने में काम आने वाली अनेक अन्य चीजों का भी परीक्षण करना पड़ता है। 'मेजेण्टेरिकस' नामक जीव से उत्पन्न होने वाले रोटी-रोग के निवारण सद्गुण जैवाणुवि समस्याएँ आती हैं और उनका अध्ययन एवं समाधान करना पड़ता है। प्रत्येक बिस्कुट निर्माणी में समस्याओं को हल करने के लिए रसायनज्ञ की आवश्यकता होती है। विविध प्रकार के बिस्कुट तैयार करने के लिए अलग अलग किस्म के मैदे की जरूरत होती है। मैदे की क्वालिटीयाँ (स्पेसिफिकेशन्स) भी निर्धारित की जा सकती हैं। कभी-कभी बिस्कुट जल्द टूटने या चिटकने वाले हो जाते हैं। यह भी रसायनज्ञ की ही समस्या होती है। इसी प्रकार की अन्य और कितनी समस्याएँ उनके सामने आती हैं, कहना कठिन है।

रोटी, मिठाई और बिस्कुट बनाना अब एक कला मात्र नहीं रह गया है, क्योंकि अगर सचमुच मितव्ययिता से सर्वोत्तम परिणाम प्राप्त करना हो तथा अपव्यय रोकना हो तो इन वस्तुओं को तैयार करने के लिये सुनिश्चित वैज्ञानिक प्रक्रियाओं और वैज्ञानिक पर्यवेक्षण की आवश्यकता पड़ती है।

रसायनज्ञों को मधुमेह के रोगियों के लिये भी विदोष प्रकार की रोटियाँ तैयार करनी पड़ती हैं। वस्तुतः रोटी के पोषण-मान का सारा विषय ही उनके मस्तिष्क में बराबर घूमा करता है। यद्यपि सफेद रोटी की अधिक खपत होती है, किन्तु कुछ परिस्थितियों में भूरी रोटी तथा अखुआई रोटी की भी माँग होती है क्योंकि उनके अपने विशेष लाभ होते हैं। अतः उनके बारे में भी रसायनज्ञ को सोचना पड़ता है।

रोटी उद्योग में लगे रसायनज्ञ को विस्तृत रासायनिक कार्यकलाप के अलावा जीव रसायनज्ञ का भी काम करना पड़ता है। रोटी के पोषण-मान तथा विटामिन

सदन्धी प्रश्नों के हल में भी उसे मलग्न होना पड़ता है। १९४० में श्वेत मैदे में सखिल्ट विटामिन बी डाल कर उसे अधिक पौष्टिक बनाने की प्रथा प्रारम्भ हुई थी, जिसके फलस्वरूप विटामिन का परीक्षण भी रसायनज्ञ के जिम्मे आ पड़ा। लेकिन इस प्रकार श्वेत मैदे की बड़ी भारी कमी दूर हो गयी तथा इसका उत्पादन जारी रखा जा सका। भूरी रोटी में यही विटामिन (बी) बना रहता है यानी नष्ट नहीं होने पाता, इसीलिये यह श्वेत रोटी की अपेक्षा अधिक पौष्टिक होती है। सखिल्ट विटामिन उपलब्ध हो जाने के बाद रोटी का पुष्टिकरण (फाटिफिकेशन) यथार्थ वैज्ञानिक नियंत्रण में ही करना सम्भव हुआ। रोटियों में अब तन्तु अन्न (रफेज) डालने की आवश्यकता नहीं होती। अतः पिसाई उद्योग के इन उपपदार्थों को पशु एवं कुक्कुटादि को खिलाने के लिये इस्तेमाल किया जा सकता है। यह न भूलना चाहिये कि ये प्राणी इन्हीं पदार्थों को खाकर हमारे लिए दूध, मक्खन, अण्डे और अनेक अन्य मूल्यवान् पदार्थ उत्पन्न करते हैं। बाद में नौवहन परिस्थिति में कठिनाई हो जाने से मितव्ययिता की आवश्यकता हुई और सफेद मैदा बनाना रोक कर गेहूँ का ८५% आटा बनने लगा। गुरु में तो यह आटा निश्चित रूप से भूरे चूर्ण की तरह था किन्तु कुछ समय बाद उसकी उत्पत्ति की गई और वह सफेद मैदे में कुछ ही कम श्वेत रह गया। लेकिन बाछनीय बात यह थी कि उनकी विटामिन बी, मात्रा अपेक्षाकृत कम नहीं हुई। यह मात्रा लगभग १० अन्तर्राष्ट्रीय एकक प्रतिग्राम अथवा १.३५ मिलीग्राम प्रति पौण्ड थी। मैदे के बोरे में चूर्णित बरुयिका (स्कूटिलम) मिलाई जाने से ही विटामिन बी, की मात्रा बढ़ जाती थी। बरुयिका धान्य का वह भाग है जिसमें विटामिन बी, की अधिकतम मात्रा होती है। जब अनाज को तनिक सूखी अवस्था में पीसा जाता है तब सुचूर्ण बरुयिका भी पिस कर बोरे में एकत्र होती है, अन्यथा वह एक उपजात<sup>१</sup> के रूप में प्राप्त होती है।

यह विवादग्रस्त प्रश्न है कि क्या आटे की पिसाई ऐसी हो कि उसमें विटामिन की क्षति न हो अथवा उसका श्वेत मैदा बना कर उसमें अलग से सखिल्ट विटामिन मिलाये जायें? ब्रिटेन की नीति तो श्वेत मैदा बना कर उसमें विटामिन बी, मिलाने की रही है और इसी नीति का प्रसार सयुक्त राज्य अमेरिका में भी हुआ है। वहाँ श्वेत मैदा बनाने की अनुमति तो है परन्तु यह जरूरी है कि उसका पुष्टिकरण इस प्रकार हो कि उसमें वावश्यक तत्वों की मात्राएँ निम्नलिखित हो

<sup>१</sup> Byproduct

प्रति पौण्ड मैदे में

न्यूनतम मात्रा

विटामिन बी <sub>१</sub> (एन्थुरीन अर्थात् थायामिन) ...	२.०	मिलीग्राम
निकोटिनिक अम्ल ...	१६.०	,
रिबोफ्लेवीन ...	१.२	„
लोहा ...	१३.०	=

यद्यपि अनिवार्य नहीं फिर भी कनाडा में प्रायः ७८% आटा बनता है, जिसका रंग उतना सुन्दर नहीं होता जितना ध्वेत मैदे का। इसमें विटामिन बी<sub>१</sub> की मात्रा लगभग ०.८ अन्तर्राष्ट्रीय एक प्रति ग्राम अर्थात् १.१ मिलीग्राम प्रति पौण्ड होती है।

इतना होने पर भी इस दिशा में अभी काफी काम करना बाकी है। व्यावाहरिक अभिरुचि वाले वैज्ञानिकों तथा वैज्ञानिक अभिरुचि वाले रोटी बनाने वालों के निकट सहयोग से बहुत सी रुढ़िवादी रीतियों को हटा कर वैज्ञानिक रीतियाँ अपनायी गयी हैं, फिर भी अभी प्रशस्त काम शेष है।

इस विषय पर प्रति वर्ष प्रकाशित होने वाले वैज्ञानिक लेखों की संख्या देख कर रोटी, बिस्कुट इत्यादि के निर्माण में रसायनज्ञ के बढ़ते हुए कार्य भाग का सरलता से अनुमान किया जा सकता है। प्रकृति की सबसे महत्त्वपूर्ण देन अर्थात् गेहूँ का सर्वोत्तम उपयोग करना तथा उसमें मैदा और रोटी बनाना अनिश्चय महत्त्व वाले विषय हैं और इनके प्रतिपादन में रसायनज्ञ को अभी काफी योगदान करना शेष है। इसका अर्थ यह है कि रसायनज्ञ को इन विषयों पर निरन्तर ध्यान देने की आवश्यकता है।

### ग्रन्थ-सूची

- BAILEY, C. H. *Chemistry of Wheat Flour*. Reinhold Publishing Co.  
 BAILEY, C. H. *Constituents of Wheat and Wheat Products*. Reinhold Pub Corp  
 BENNION, E. B. *Breadmaking* Oxford University Press.  
 JACO, W AND W. C. : *Technology of Breadmaking* Simpkin, Marshall, Hamilton, Kent & Co., Ltd.  
 KENT-JONES, D. W. . *Modern Cereal Chemistry*. Northern Publishing Co., Ltd.  
 KENT-JONES, D. W. : *Practical and Science of Breadmaking*. Northern Publishing Co, Ltd.

KOZMEN, N. B. : *Das Problem der Backfähigkeit*. Verlag von Moritz Schafer.

MAURIZIO, A : *Die Nahrungsmittel aus Getreide* Paul Parey.

## दूध तथा दुग्धालय पदार्थ

ई० बी० ऐण्डरसन, एम० एम-बी० (लन्दन), एफ० आर० आई० सी०

गोदुग्ध एक 'जैविकीय' पदार्थ है, जिसकी संरचना बड़ी जटिल है। इसमें वसा, प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट, एंजाइम, विटामिन तथा खनिज लवणों के अतिरिक्त कितने ही अन्य लघु सघटक विद्यमान हैं। दूध की पोषक शक्ति में इन सभी सघटकों का योग होता है। दुग्धालय के अन्य पदार्थों के बनाने में इन सबमें कुछ न कुछ परिवर्तन होता है, परन्तु यहाँ केवल बड़े बड़े सघटकों का ही मजिष्ट वर्णन किया जायगा। ये सघटक निम्नलिखित हैं— नवनीत-वसा (बटर फैट), लैक्टोज (दुग्ध शर्करा) और प्रोटीन-केजीन तथा लैक्टैलब्यूमिन। दूध में वसा जल-तेल पायस के रूप में होती है और इसकी 'गोलिकाएँ' सूक्ष्मदर्शी (माइक्रोस्कोप) की सहायता से देखी जा सकती हैं। नवनीत-वसा का घनत्व जल से कम होता है, इसलिये अगर दूध को कुछ समय के लिये स्थिर छोड़ दिया जाय तो वसा उतरा जायगी और ऊपर मलाई यानी क्रीम की एक तह बन जायगी। वसा के उतराने की यह गति 'स्टोक्स नियम' के अनुसार अपेक्षित गति से अधिक तीव्र होती है। संभवतः इसका कारण यह है कि छोटी-छोटी गोलिकाएँ आपस में मिल कर एक बड़ा पृंज बना लेती हैं जो अपेक्षाकृत तेजी से ऊपर उठता है। लैक्टोज अर्थात् दुग्ध शर्करा ईल की शर्करा से कम मीठी और कम जल-विलेय होती है। लैक्टिक जीवाणुओं द्वारा लैक्टोज का परिवर्तन हो कर लैक्टिक अम्ल बनता है। दूध में लैक्टोज की मात्रा ४-५% होती है। केजीन नामक प्रोटीन में कार्वन, हाइड्रोजन, नाइट्रोजन और आक्सीजन के अतिरिक्त फास्फोरस और गंधक भी होते हैं। यह प्रोटीन कैल्शियम लवण तथा फॉस्फोरस ट्राइफास्फेट के कल्सीय-जटिल (कोलायडल कॉम्प्लेक्स) के रूप में रहती है। विलयनों में से रिनेट द्वारा इसका अवक्षेपण होता है, और यह अवक्षेप रासायनिकतः अपरिवर्तित रूप में होता है। किन्तु अम्ल अवक्षेपण से उपर्युक्त जटिल

<sup>1</sup> Biological

<sup>2</sup> Enzymes

<sup>3</sup> Minor constituents

<sup>4</sup> Globules

<sup>5</sup> Precipitation

भग हो जाता है। दूध को केवल कुछ समय तक  $100^{\circ}$  से० पर गरम करने मात्र से प्रोटीन का अवक्षेपण नहीं होता। दूध में प्रोटीन की मात्रा लगभग ३% होती है, जिसमें लैक्टैल्ब्युमिन प्रायः ०.५% होती है, जो रिनैट द्वारा अवक्षेपित नहीं होती, लेकिन  $60^{\circ}$  से० के ऊपर गरम करने पर स्कंदित (कोआगुलेटेड) हो जाती है। दूध के सफटको की चर्चा करते हुये यह बताना आवश्यक है कि गोदुग्ध का पीला रंग एक रंग द्रव्य अर्थात् कैरोटीन के कारण होता है। कैरोटीन विटामिन ए का पूर्वगामी द्रव्य माना जाता है। यह द्रव्य नवनीत-बसा में मिला रहता है। गोदुग्ध में एक पीले रंग का यौगिक होता है जिसे रिबोफ्लैवीन यानी विटामिन बी<sub>२</sub> कहते हैं, गोदुग्ध का पीला रंग इसीके कारण होता है।

**द्रव दूध**—दूध कच्चा अथवा पाश्चरीकृत करके पिया जाता है। पाश्चरीकरण के लिये दूध को  $125^{\circ}$ — $140^{\circ}$  फ० ताप पर कम से कम ३० मिनट तक गरम किया जाना चाहिये। किन्तु अभी हाल में आधिकारिक रूप से स्वीकृत 'उच्च-ताप-अल्प-काल' (हार्ड-टेम्परेचर-शॉर्ट-टाइम) प्रक्रिया के अनुसार दूध को  $162^{\circ}$  फ० ( $322^{\circ}$  से०) पर कम से कम १५ सेकेण्ड तक गरम करना आवश्यक माना गया है। पाश्चरीकरण के दो उद्देश्य हैं (१) रोगोत्पादक प्राणियों का नाश करना, तथा (२) दूध के परिरक्षी गुण को बढ़ाना, जिससे गर्मी में दूध खट्टा न होने पावे और इस प्रकार दूध के लट्टे हो जाने के कारण होने वाली क्षति को रोककर वार्षिक हानि बचाना। दूध को गरम करके पीना अब भी एक विवादग्रस्त विषय है, यद्यपि जब हम अपनी रोटी सैंककर खाते हैं तथा आलू और अण्डा उबालकर, मांस भी पकाकर ही खाया जाता है तब दूध को ही गरम करने पर इतना व्यापक विवाद क्यों खड़ा हो गया समझ में नहीं आता।

द्रव दूध के वैज्ञानिक नियंत्रण के लिये उसमें बमा तथा उसके अलावा सान्द्रों की मात्रा का निश्चयन किया जाता है। इससे उसकी पोषक शक्ति तथा उससे अन्य पदार्थ बनाने के लिये उसकी उपयुक्तता का पता लगता है। अम्लता के निश्चयन से दूध की ताजगी का पता चलता है। मिथिलीन ब्लू-परीक्षा या पात्री-नाशन (प्लेट काउण्ट) अथवा दोनों से उसके जीवाणिवीर्य<sup>१</sup> गुण का ज्ञान होता है। कुछ समय से मिथिलीन ब्लू के स्थान पर रिसाजुरीन नामक रजक का प्रयोग होने लगा है, किन्तु पुरानी रीति अब भी उत्तम मानी जाती है। दूध में पानी मिलाकर उसका प्रायः अपमिश्रण

<sup>१</sup> Bacterial

(ऐडल्टेशन) किया जाता है, लेकिन हिमाक परीक्षा से इसकी अच्छी जाँच हो जाती है, क्योंकि दूध में विद्यमान लवणों के विलयन के तनूकरण से उसका हिमाक (फ्रीजिंग प्वाइंट) नीचे गिर जाता है। अतः यह परीक्षा उपर्युक्त घोलनेवाजी में बचने के लिए अच्छा साधन है। दूध में एजाइम भी होते हैं और इनमें एक एजाइम के ऊपर उष्मा का प्रभाव पादचरीकरण के नियंत्रण के लिये सबसे नई और सर्वोत्तम परीक्षा है।

**मलाई—**मलाई अर्थात् श्रीम वस्तुतः दूध के उम स्तर (लेअर) को कहते हैं जो दूध के कुछ समय तक रखे रहने पर उसके ऊपर उठ आता है, इसमें नवनीत वसा की मात्रा अधिक (३०%) होती है। मलाई बनाने की यह रीति आर्थिक दृष्टि से लाभदायक नहीं क्योंकि इस तरह गोप बचे दूध में भी वसा की पर्याप्त मात्रा बच जाती है। अपकेन्द्र (सेन्द्रीफ्यूगल) पृथक्करण की रीति प्रयोग करने से यह दोष दूर हो गया और अब बचे दूध में लगभग ०.१ प्रतिशत वसा छोड़ कर गोप सब अलग कर ली जाती है। बाजार में मलाई की कितनी ही श्रेणियाँ विकती हैं, जिनमें २० प्रतिशत से लेकर ५०% तक वसा होती है। निम्न मात्रा वाली मलाई साधारणतः खाने के लिये प्रयुक्त होती है। स्कदित मलाई में लगभग ६० प्रतिशत वसा होती है। इसके बनाने के लिये पहले दूध को योही छ ड दिया जाता है जिसमें मलाई ऊपर उतरा जाय और तब उसको स्टोक पर लगभग १९% फ० (८७ ° से०) तक गरम रखा जाता है, इसमें उसकी आवश्यक गाढ़ता प्राप्त हो जाती है। यह तो हुई कुटीर प्रथा। दूसरी प्रथा में ३०% वसा वाली मलाई के पतले स्तर को जल-उष्मक पर गरम करके स्कदित मलाई तैयार की जाती है। दोनों प्रथाओं में ठंडा हो जाने पर स्कद (क्लाट) को ऊपर से उतार लिया जाता है। मलाई के श्रेणी-नियंत्रण में नवनीत-वसा और अम्लता की मात्रा तथा उसकी स्थानता (विस्कॉसिटी) का निश्चय किया जाता है। मलाई को समाग (होमोजिनम) बना कर अर्थात् प्रबल दाब से उसे अतिसूक्ष्म छिद्र द्वारा निकाल कर उसकी बड़ी बड़ी वसा गोलिकाओं को सूक्ष्म बना कर उसकी स्थानता बदली जा सकती है। यह कार्य उष्मन और शीतन की विधिष्ट विधा (प्रक्रिया) में भी किया जा सकता है।

**नवनीत—**मलाई में गोलिकाओं के रूप में वसा की जलीय द्रव में असतत कला (डिस्कॉपिटनुअम फेज) होती है, किन्तु यदि नवनीत ठीक ढग से बना हो तो उसमें वसा की सतत (कॉपिटनुअम) कला होती है और अतिसूक्ष्म बिन्दुओं के रूप में जल की असतत कला होती है। यह कला-परिवर्तन यानी एक प्रकार के पायस का दूसरे प्रकार में बदलना उम समय होता है जब उसका मयन किया जाता है। इसके लिए ३० प्रतिशत मलाई को ५०° फ० (१०° से०) तक ठंडा करके हवा की उपस्थिति में उसका क्षोभण

किया जाता है। इस प्रकार मन्द सुवास वाला मीठा मलाई-नवनीत (क्रीम-बटर) बनता है। यदि अधिक सुवास वाला नवनीत तैयार करना हो तो पाश्चरीकरण के बाद मलाई में कोई ऐमा आरम्भक (स्टार्टर) डाला जाता है, जिसमें लैक्टोज से लैक्टिक अम्ल बनाने तथा साइट्रिक अम्ल से सुवास द्रव्य बनाने की क्षमता वाले प्राणी विद्यमान हों। अम्ल की उपस्थिति से मलाई की स्थानता भी कम हो जाती है, जिसमें उसका मयन सरल हो जाना है। इस दृष्टि से जब अम्लता की मात्रा लगभग ०.२५% हो जाती है तब मयन के लिए मलाई उपयुक्त मानी जाती है। मयन से गाढ़ा फेन बनता है और नवनीत-वसा के कण आपस में मिलकर बड़े बड़े कणों का रूप धारण कर लेते हैं, जिसका फल यह होता है कि सारा फेन एकाएक बैठ जाता है और वसा की असतत कला (डिस्कॉण्टिन्युअस फेज) बदल कर मत्त (कॉण्टिन्युअस) हो जाती है। इस प्रकार नवनीत बन जाता है। छाछ अर्थात् बटर मिल्क को निपारने के बाद नवनीत को ठंडे पानी से अच्छी तरह धोया जाता है जिससे वचा हुआ छाछ भी घुल जाय। अन्त में मयानी (चर्न) के अन्दर ही या उसके बाहर नवनीत को ममाम (होमोजीनस) बनाया जाता है। इस विधा के अन्तर्गत आर्द्रता की जाँच भारमिक्तिक<sup>१</sup> परीक्षा द्वारा की जाती है जिससे वह १६.०% की वैध सीमा के बाहर न होने पावे। लवण की मात्रा की भी परीक्षा की जाती है। नवनीत का सबसे सामान्य दोष उसकी पूर्णमयिता (रैनसिडिटी) है, जो सूक्ष्म जीवाणुओं द्वारा वसा के विच्छेदन से उत्पन्न ब्यूटिरिक अम्ल के कारण होती है। मूर्ध्न प्रकाश में खुला रखने से पूर्व-विटामिन, कैरोटीन नामक रंगीन पदार्थ का आक्सीकरण हो जाना है और दूही में नवनीत विरजित हो जाता है।

पनीर—ग्रेट ब्रिटेन में पनीर (चीज) से साधारणतः 'चेड्डार पनीर' अथवा 'चेसामर पनीर' का ही मतलब समझा जाता है। इनके निर्माण के लिए कच्चे अथवा पाश्चरीकृत दूध का प्रयोग किया जाता है। दोनों रीतियों के सामान्य सिद्धान्त एक ही हैं, लेकिन उनमें थोड़ा बदल बदल करने से विभिन्न प्रकार के पनीर तैयार होते हैं। आरम्भक (स्टार्टर) अर्थात् लैक्टिक अम्ल उत्पन्न करनेवाले सूक्ष्म प्राणियों के मयर्ध (कल्चर) को ७०° फ० (२११° से०) तक गरम किये दूध में डाला जाता है, इसके आध घण्टे बाद उसका ताप लगभग ८६° फ० (३०° से०) तक बढ़ाकर उसमें रिलेट डाल दिया जाता है जिससे दही का अवशेषण<sup>२</sup> होता है। इस अवशेष में केजीन तथा उसी में आवद्ध वसा रहती है। जब उसमें वाछित दृढ़ता आ जाती है तो दही को एक विशेष

<sup>१</sup> Gravimetric tests<sup>२</sup> Precipitation



इस प्रकार सांद्रित दूध में उसे विच्छेदित करनेवाले प्राणियों की वृद्धि नहीं हो सकती। दूध का मानकीकरण करके पहले उसमें मान्द्रो की सांद्रता ठीक कर ली जाती है और तब उसमें शर्करा मिला कर उसका पाश्चरीकरण कर लिया जाता है। इसी पाश्चरी-कृत गरम दूध को एक प्रभावगून्यक कड़ाह में लेकर  $120^{\circ}\text{F}$  ( $48.9^{\circ}\text{C}$ ) पर उसका सांद्रण किया जाता है जिससे निश्चित घनता प्राप्त हो जाय। द्रव के ठंडा होने पर शर्करा विलयन के अनिसृतृप्त (मूपर-सैचुरेटेड) हो जाने के कारण उसमें केलासन होने लगता है। इसीलिये उसे ठंडा करने में ऐसी सावधानी बरतनी चाहिए जिसमें केलास इतने मूक्त बनें कि वे सरलता से द्रव के नीचे न बैठने पायें। इसके लिए द्रव्यता भी बड़ा महत्वपूर्ण कारक होता है। इससे स्पष्ट है कि परिस्थितियों का बड़ी भावधानी से नियंत्रण करना अत्यावश्यक है क्योंकि तभी उत्तम परिणाम प्राप्त हो सकते हैं। बैक्टीरियक नियंत्रण के लिए नवनीन-वसा, दूध-सान्द्र, केलासो का परिमाण तथा द्रव्यता इत्यादि के निश्चयन की बड़ी आवश्यकता होती है।

**उद्वाष्पित दूध**—यह दूसरे प्रकार का सांद्रित दुग्ध-पदार्थ है, जिसमें शर्करा नहीं मिलायी जाती। सांद्रण के बाद दूध को समाग बनाया जाता है, जिससे उसमें से वसा पृथक् न हो सके। उसके बाद उद्वाष्पित दूध को टिनो में रख कर  $100^{\circ}\text{C}$  से ऊपर गरम किया जाता है जिससे उसका जीवाणुहन्न<sup>1</sup> हो जाय। इस क्रिया के बाद जीवाणुओं द्वारा दूध नष्ट नहीं होता।

**शुष्क दूध**—शुष्क दूध भी एक मुवाह्य दुग्ध पदार्थ है जिसमें न तो शर्करा डाली जाती है और न वह अधिक ताप पर गरम ही किया जाता है। आजकल दूध दो रीतियों से मुलाया जाता है (१) बेलन अर्थात् रोलर रीति तथा (२) शीकरण (स्प्रे) रीति। पहली रीति में दूध को थोड़ी या थोड़ा सांद्रित करके भाप (स्टीम) से सप्त लोहे के बेलन पर पतले स्तर में लेप कर दिया जाता है जिससे वह प्रायः तक्षण सूख जाता है। बेलन पर दुग्ध लेपन की विविध रीतियाँ प्रचलित हैं। यद्यपि बेलन का ताप  $100^{\circ}\text{C}$  में भी ऊपर होता है, लेकिन उससे दूध का सम्पर्क बड़ा क्षणिक होता है और सूखते ही वह बेलन पर से उम पर लगी छुरी के द्वारा खुदब कर तुरन्त पृथक् कर दिया जाता है। इस प्रकार प्राप्त दुग्धचूर्ण को चलनी से चालने के बाद बच्चों में भर दिया जाता है। दूसरी अर्थात् शीकरण विधा में सांद्रित दूध लिया जाता है और शीकरक (स्प्रेयर) द्वारा एक बड़े वेदम (चेम्बर) में उसका शीकरण किया जाता है। इस वेदम में बड़े-

<sup>1</sup> Sterilisation

बड़े पशु की सहायता से गरम हवा परिचालित की जाती है जिससे वेदम का ताप  $100^{\circ}$  से० के ऊपर रहता है, परन्तु शीकरित होने के कारण दूध तत्काल सूख जाता है, और जल के उद्वापन में दूध का ताप भी समवत  $100^{\circ}$  से० के ऊपर नहीं जाने पाता। शीकरित दूधचूणं घीत जल में प्रायः पूर्णतया विलेय होता है, जब कि वेल्डन चूर्ण गरम जल में भी ९०% से अधिक विलेय नहीं होता। दूध सुखाने की परिस्थितियों का इस प्रकार नियंत्रण किया जाना है कि अधिकतम विलेयतावान् दूध प्राप्त हो सके। आक्सीकरण के कारण सम्पूर्ण दूधचूणं की घमा में एक अजीव-मी गंध उत्पन्न हो जाती है। प्रकाश, आर्द्रता तथा ताप-जैसी घातुओं की लेशमात्रा की उपस्थिति में दूध का यह अवहासन (डिटोरियोरेशन) और भी स्वरित हो जाता है। लेकिन उपयुक्त उष्मोपचार से दूध का यह दोष भी बहुत हद तक दूर किया जा सकता है।

दूध तथा उसके अन्य पदार्थों के उत्पादन में रसायन शास्त्र, भौतिकी, और जीवाणु विज्ञान का अर्वाचीन ज्ञान अधिकाधिक प्रयुक्त हो रहा है। यही कारण है कि उन्नत और एक सम श्रेणी के पदार्थ न्यूनतम व्यय पर नैपार होते हैं तथा कच्चे दूध के उत्तम पोषक गुण भी उनमें सुरक्षित रहते हैं। वैज्ञानिक ज्ञान के ही उपयोग से निरन्तर बढ़ते हुए दूध उद्योग को सफलतापूर्वक चलाने के लिए बड़े-बड़े नवीन यंत्रों और मयंत्रों को बनाना समभव होता है तथा उनकी ओर भी उन्नति करने रहने की सदा चेष्टा होती रहती है।

### ग्रन्थसूची

- DAVIES, W L *Chemistry of Milk* Chapman & Hall, Ltd.  
 HUNZIKER, O F *Condensed Milk and Powder* La Grange Author.  
 ROGERS, ASSOCIATES OF *Fundamentals of Dairy Science* Reinhold  
 Publishing Co  
 TOTMAN, C C, MCKAY, G L, AND LARSEN, C *Butter*. John Wiley &  
 Sons, Inc  
 VAN SLYKE, L L., AND PRICE, W V *Cheese* Kegan Paul, Trench,  
 Truebner & Co, Ltd

विरजित करके परिष्कृत किया जाता है। कभी-कभी उसके साथ रहनेवाले अवांछनीय मधुयुक्त अवसीय पदार्थों को निकालने के लिए वसा में अतिरिक्त भाप (सुपरहीटेड स्टीम) की धारा प्रवाहित की जाती है और उसका दुर्गन्धहरण किया जाता है। यह विधा शून्यक यानी वैक्यूम में सम्पन्न की जाती है। द्रव वसा को उपयुक्त गाढ़तावाली वसा में परिवर्तित करने के लिए उसका वही सावधानी से हाइड्रोजन करना पड़ता है। इनके लिए रासायनिक इंजीनियरी का ज्ञान बड़ा आवश्यक होता है। इस प्रक्रम में नवनीत, चर्दी तथा कोको बटर को अनुपूरक प्राकृतिक वसाओं के प्रयोग तथा लाभ का वर्णन आवश्यक है।

**नवनीत प्रतिस्थापक**—मार्गरीन एक अच्छा नवनीत प्रतिस्थापक (बटर सस्टिट्यूट) है, इसमें कुछ ऐसी वसाओं की मिलावट होती है जिनका बल्नाक नवनीत के समान होता है। इन वसाओं को दूध में मथने से दूध के जल में उनका पायसन हो जाता है जिसमें उसमें नवनीत की कुछ मन्द मुवास भी आ जाती हैं। इसके बाद उसे इस प्रकार बैलित यानी रोल तथा निपीडित किया जात है कि वह बदलकर वसा-जल पायस का रूप धारण करने तथा उसमें जल की मात्रा उनमें ही रह जाय जितनी साधारण नवनीत में होती है (७३-१६%)। उनमें थोड़ी की गो-वसा को (जिसे "प्रीमियर जुस" कहते हैं तथा जिसके परिष्करण की आवश्यकता नहीं होती) गम रहित द्रव वसा (गो-वसा का द्रव भाग), विनीले के तेल या उसी तरह के किसी अन्य वनस्पति तेल में मिलाकर मार्गरीन तैयार किया जाता है। यद्यपि मार्गरीन बनाने के लिए गो-वसा (प्रीमियर जुस) का आजकल भी प्रयोग होता है किन्तु अब उसका स्थान अधिकशत नारियल, तालवीज या ताल तेलों ने अथवा ह्वेल, विनीले या सोयाबीन की हाइड्रोजनित वसाओं ने ले लिया है और द्रव वसा (गो-वसा का द्रव भाग) के लिए भी सोयाबीन, मकई, मूंगफली, सरसो तथा अन्य वनस्पति तेलों का प्रयोग होने लगा है। इन वसाओं के मिश्रण का चुनाव कई बातों पर निर्भर करता है, जैसे मार्गरीन कारखाने का स्थान, प्रयुक्त होनेवाली विभिन्न वसाओं द्वारा निश्चित पदार्थ की बनावट (टेक्चर) तथा वसाओं के दाम में उतार-चढ़ाव।

मार्गरीन के निर्माण में केवल वसाओं का ही प्रश्न नहीं है, क्योंकि उसमें विटामिन विशेषकर ए और डी मिलाना भी नितान्त आवश्यक है। ये विटामिन प्राकृतिक नवनीत अर्थात् मक्खन में होते हैं तथा स्वास्थ्य को बनाये रखने एवं उसकी वृद्धि के लिए अत्यावश्यक हैं। मार्गरीन बनाने में इस्तेमाल होनेवाली उपर्युक्त वसाओं में ये विटामिन नहीं होते और जो थोड़े-बने होने भी हैं वह परिष्करण के समय नष्ट हो जाते हैं। इसलिए आधुनिक समय में परिष्कृत वसाओं के मिश्रणों में विटामिन ए और डी की

मुनिश्चित मात्राएं डालकर ऐसी मार्गरीन तैयार की जाती है जो इन विटामिनो के पदो में प्राकृतिक मक्खन के समान हो। ये विटामिन कुछ सस्लेपण से तैयार किये जाते हैं और कुछ मछली या ह्वेल-यकृत तेलो से निस्सारित किये जाते हैं। इन तेलो में उपर्युक्त विटामिनो की प्रचुर मात्रा होती है। आजकल मार्गरीन के निर्माण में रसायन विज्ञान, रासायनिक इंजीनियरी, जीव रसायन, भौतिक रसायन जैसे विभिन्न वैज्ञानिक विषयो का महत्त्वपूर्ण योगदान होता है।

**पाक वसा**—चर्बी के स्थान पर पाक वसा (कुकिंग फीट) के रूप में आजकल सूअर की पीठ से निकाली हुई तथा असत हाइड्रोजनित मृदु चर्बी अथवा यथावश्यकता हाइड्रोजनित विनोला, सोयाबीन या मूंगफली के तेल प्रयोग किये जाते हैं। घरेलू पाक कार्यों के लिए इन वसाओ के विविध प्रकार और छाप (ब्राण्ड) उपलब्ध हैं। विस्फुट बनाने में बहुत-से अन्य प्रकार की हाइड्रोजनित वसा इस्तेमाल की जाती हैं। इनके अलावा आजकल लक्ष्मी मछली बनाने में भी पाक वसाओ की अधिक मात्रा लगती है। इस व्यापार के लिए आजकल कुछ विशिष्ट मुणोंवाली ऐसी हाइड्रोजनित वसाएँ बनायी जाती हैं जिनकी गाढ़ता कम हो और वे अपेक्षाकृत कुछ अधिक द्रव हों।

**मिष्ठान्न वसा**—चाकलेट बनाने में कोकोबटर का व्यापक प्रयोग इसलिए किया जाता है कि उसमें निम्न गलनांक के साथ-साथ भगुरता का एक अमाधारण गुण होता है। यह गुण उसके ग्लिसराइडो के विचित्र मिश्रण के कारण होता है। इसी निबन्ध वाली अन्य वनस्पति वसा खोजकर अथवा अन्य प्राकृतिक वसाओ में परिवर्तन करके कोको बटर के प्रतिस्थापक (सब्स्टिट्यूट) तैयार किये जाते हैं। उदाहरण के लिए नारियल तेल के अधिक ठोस सघटक (कोकोनट स्टीयरीन) अथवा हाइड्रोजनित नारियल तथा ताल तेल इस काम के लिए प्रयुक्त होते हैं।

लाघ वसाओ के निर्माण में रसायनज्ञो के कार्यभाग की ऊपर लिखी रूपरेखा यद्यपि बड़ी सामान्य एवं संक्षिप्त है, फिर भी इसमें इस क्षेत्र की समस्याओ का एक आभास तो मिल जाता है तथा यह भी मालूम होता है कि ये समस्याएँ बिना हृद तक हल की जा सकी हैं।

### ग्रन्थसूची

- BOLTON, E. R. *Oils, Fats and Fatty Foods* J & A. Churchill, Ltd.  
 DEAN, H. K. *Utilization of Fats* A Harvey  
 ELDON, G. D. *Edible Oils and Fats* Ernest Benn, Ltd.

HEFTER-SCHONFELD : *Chemie und Technologie der Fette and Fettprodukte.*

Vols I and II Julius Springer

HILDITCH, T P *Chemical Constitution of Natural Fats* Chapman & Hall, Ltd

HILDITCH, T P *Industrial Fats and Waxes.* Bailliete Tindall & Co., Ltd.

SABATIER, P. *La Catalyse en Chimie Organique.*

## शर्करा

ल्युविम इरान, बी-एम० सी० (लन्दन), एफ० आर० आई० सी०

प्रकृति में अनेक शर्कराएँ होती हैं, किन्तु उनमें से ईख शर्करा अर्थात् 'सूक्रोज' आर्थिक एवं आहारिक दृष्टि से बड़ी महत्वपूर्ण है। इसे 'भूगर' या 'चीनी' भी कहते हैं। यह शर्करा अनेक वनस्पतियों में होती है, किन्तु ईख और चुकन्दर—दो ही औद्योगिक महत्व के स्रोत हैं।

ईख शर्करा—८०० ई० पू० बगाल तथा चीन में ईख से शर्करा बनाने की प्रथा प्रचलित होने की बात कही जाती है। सलेखों से यह भी ज्ञान हुआ है कि आज से प्रायः १,१०० वर्ष पहले मिस्र, अरब और फारम में ईख शर्करा का प्रचलन था। आजकल वेस्ट एव ईस्ट इण्डो, लैमियाना, दक्खिनी अमेरिका, दक्खिनी अफ्रीका, मोरिसास, चीन, फार्मोसा, जावा, हवाई और क्वीन्सलैण्ड में ईख की अच्छी खेती होती है (और भारत में भी—अनु०)। ईख की खेती में जावा ससार का सर्वप्रथम देश है, उस द्वीप में ईख की एक विशेष जाति उपजा करके प्रति एकड़ भूमि से ६-७ टन शर्करा प्राप्त की जा सकी है।

शर्करा बनाने की पुरानी रीति में ईख को, जिसमें चीनी की मात्रा २०% तक होती थी, बेलनों के बीच घेरकर उममें से रस निकाला जाता था और इस रस में चूने का पानी डालकर उसकी अम्लता मारी जाती थी। इसके बाद उसे छानकर चीनी के केलाम प्राप्त करने के लिए छानित (फिन्ट्रेट) को उद्वाष्पित किया जाता था। केलाम के बाद मातृद्रव को छिद्रित पीपों के द्वारा नियाँर कर केलाम पृथक् कर लिये जाने तथा मातृद्रव (मदर लिक्वर) को चोटा या शीरा के रूप में बेच दिया जाता।

प्रारम्भिक रीति में चुन्दर के कटे हुए टुकड़ों को ऊनी थैलों में रखकर उन्हें द्रवचालित दबाव से निचोड़ लिया जाता था, किन्तु अब विसरण प्रक्रिया से ही इसका निस्सारण किया जाता है। कतरे हुए चुन्दर के टुकड़ों को विसरण-पात्रों में रखकर अन्तिम पात्र में स्वच्छ, ताजा और गरम जल प्रवेश कराया जाता है। यही जल बारी बारी में पहलेवाले पात्रों में चलता जाता है जिससे इसमें अधिकाधिक शर्करा विलीन होती जाती है। अन्त में जब यह जल प्रथम पात्र में पहुँचता है, तो इसकी शर्करा-मात्रा लगभग उतनी ही हो जाती है जितनी ताजे (अनिस्मारित) चुन्दर के रस की। इस प्रक्रिया का लाभ यह है कि चुन्दर की कोठाओं की दीवारें कलिलों के लिए अभेद्य होती हैं, अतः अनेक कलिलीय पदार्थ निस्सार में न आकर चुन्दर में ही रह जाते हैं। इसलिए निस्सार के परिष्करण का बहुत बड़ा काम बच जाता है। चुन्दर के शर्करा-रहित टुकड़ों को पशु-खाद्य के रूप में इस्तेमाल किया जाता है। चुन्दर के निस्सार का शेष विधायन उम्मी प्रकार होता है जैसे ईख रस का।

ग्राहम के व्याकल्पण (डायलिमिस) सवन्धी कार्य पर आधारित रसाकर्षण (अस्मोज) विधा (प्रक्रिया) एंव म्टीफेन और गीदल द्वारा विकसित प्रोद्धावन (इल्यूशन) प्रक्रिया के कारण चुन्दर और ईख दोनों की केलामीय शर्कराओं की प्राप्ति में समुचित वृद्धि हुई है। पहली प्रक्रिया में शर्करा का चर्मपत्र की मिल्की के द्वारा जल में विसरण<sup>१</sup> किया जाता है। इस विधा से केलामन रोधी सभी पदार्थ चर्मपत्र द्वारा रोक लिये जाते हैं और केवल शर्करा जल में विलीन हो जाती है। विस्तृत विलयन के विधायन में शर्करा और आनुसंगिक पोटैशियम नाइट्रेट पृथक् कर लिये जाते हैं। और अवशेष द्रव को उपपदार्थों के निर्माण के लिए आसवनियों<sup>२</sup> में भेज दिया जाता है।

कैल्सियम या स्ट्रान्शियम जीर शर्करा के सयोगन से उनके अल्पश विलेय लवणों अर्थात् मैकरेटो का बनना ही प्रोद्धावन विधा का आधार माना जाता है। शीरे की शर्करा में ये यौगिक शुद्धावस्था में बना लिये जाते हैं और इन्हें जल में आलम्बित करके उन पर कार्बन डाइ आक्साइड की प्रक्रिया करायी जाती है, इससे 'सैकरेट का विच्छेदन'<sup>३</sup> हो जाता है। और शर्करा तथा कैल्सियम या स्ट्रान्शियम कार्बोनेट बन जाता है। कैल्सियम कार्बोनेट जल में अविलेय होने के कारण सरलता से पृथक् किया जा सकता है। इसी प्रकार की अन्य प्रक्रियाएँ भी आविष्कृत हुई हैं परन्तु आजकल स्ट्रान्शियम हाइड्राक्साइड प्रयुक्त करनेवाली विधा (प्रक्रिया) अधिक इस्तेमाल होती है।

**शर्करा-परिष्करण**—उपर्युक्त प्रक्रिया में प्राप्त शर्करा को अपरिष्कृत शर्करा कहते हैं। कभी-कभी ईस की अपरिष्कृत शर्करा तो यों ही इम्मेमाल कर ली जाती है, किन्तु चुकन्दर की अपरिष्कृत शर्करा में अमृक्कर मिट्टी की गंध होने के कारण वह पसन्द नहीं की जाती। चुकन्दर तथा ईस दोनों की शर्कराओं को बाजार में बिकने लायक सफेद बनाने के लिए परिष्करण आवश्यक होना है। परिष्करण प्रक्रिया में अपरिष्कृत शर्करा को गरम जल में घोल्कर उसे केल्डरगूर-जैसे कियो स्वच्छकर्ता की सहायता में छान लिया जाता है, और फिर छने हुए विलयन को पम्प चारकोल की सहायता में अरजिन करके कैल्सियम के लिए उद्घापित किया जाता है। अन्तिम पदार्थ को उनकी शुद्धता के अनुसार विभिन्न श्रेणियों में बांट दिया जाता है। शर्करा-परिष्करण प्रक्रियाओं में वैज्ञानिक नियन्त्रण में बड़ा काम हुआ है। इटाली के लिए यह उल्लेखनीय बात है कि एक वाणिज्यिक मम्बा ने अपने रसायनशौ के वेतन तथा प्रयोगशाला के अन्य खर्चों पर प्रतिवर्ष २०,००० पौण्ड व्यय करके ७५,०००—१००,००० पौण्ड सालाना का अतिरिक्त लाभ कमाया है। इसके अलावा शर्करा परिष्करण में कठोर वैज्ञानिक नियन्त्रण के कारण असाधारण उच्च शुद्धता की श्वेत शर्करा प्राप्त होती है जिसमें विशुद्ध शर्करा की मात्रा ९९.९५—९९.९९ प्रतिशत तक होती है।

पिछले कुछ वर्षों में सत्रियिन कार्बन सद्म विविष्ट अरजनकर्ताओं के प्रयोग से, अपरिष्कृत शर्करा का अन्तर्वनी पृथक्करण किये बिना ही ईस अथवा चुकन्दर से श्वेत शर्करा (फ्रैक्टेडन ह्याट्ट और डाइरेक्ट काइम्पमन सुपर) का सीधा उत्पादन सम्भव हो गया है। इस श्वेत शर्करा की शुद्धता इतनी ऊँची नहीं होती जैसी परिष्कृत शर्करा की और कुछ समय के बाद यह तनिक पीली भी पड़ जाती है।

**शर्करा की उपलब्धि और खपत**—ममार में शर्करा की वर्तमान आन्विकालीन उत्पत्ति लगभग ३ करोड़ टन प्रतिवर्ष है। इस राशि की दो-तिहाई ईस-शर्करा होती है। ग्रेट ब्रिटेन में शर्करा का प्रवेश प्रायः १५वीं शताब्दी में हुआ था, लेकिन उस समय से लेकर कम से कम १७वीं शताब्दी तक उसका मूल्य इतना अधिक था कि कुछ गिने-चुने धनिक लोग ही उसे खरीद सकते थे। चाय और कच्चा यानी काफ़ी के प्रचलन से उसकी मांग बढ़ी तथा साथ ही साथ क्षेत्रों, निर्माणियों और प्रयोगशालाओं में गहन अनुसन्धान भी होने लगे, जिनके फलस्वरूप उसका मूल्य घटा और उसकी खपत भी बढ़ने लगी। इंग्लैण्ड में १७०० ई० में शर्करा की खपत प्रति व्यक्ति प्रति वर्ष केवल ४ पौण्ड थी, १८२० में यह बढ़कर १८ पौण्ड हुई और आज ९०-१०० पौण्ड है। पिछले ८० वर्षों में इंग्लैण्ड में चुकन्दर से चीनी तैयार करने के उद्योग को प्रतिष्ठित करने का प्रयास हो रहा था, परन्तु १९२५ तक उसमें कोई विशेष सफलता प्राप्त नहीं

हुई। १९२५ में ही "ब्रिटिश सूगर सन्विडी ऐक्ट" पारित हुआ और उसीके बाद इस उद्योग विशेष का बड़ी तीव्रता से विकास होने लगा। ग्रेट ब्रिटेन में वहाँ की आवश्यकता की केवल २५-३० प्रतिशत शर्करा तैयार होती है और शेष उपनिवेशों में आती है।

### स्टार्च शर्करा

स्टार्च शर्करा, जिसे रसायनज्ञ लोग ग्लूकोज अथवा डेक्स्ट्रोस कहते हैं, अपने नामानुकूल स्टार्च से तैयार की जाती है। १८११ में किचार्फ नामक एक जर्मन रसायनज्ञ ने यह आविष्कार किया कि जब स्टार्च को मल्लयुरिक अम्ल के साथ गरम किया जाता है तब वह शर्करा के रूप में परिवर्तित हो जाता है। इसी आविष्कार से यह महत्वपूर्ण उद्योग विकसित हुआ। इसके निर्माण की वर्तमान विधा में आलू या मकई के स्टार्च को जल और तनिक सल्फ्युरिक अम्ल अथवा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ उच्च दाब पर गरम किया जाता है। परिवर्तित द्रव में चाक या सोडियम कार्बोनेट डालकर उसे उदासीन करने के बाद छाना और अम्ल चारकोल की सहायता से अरजित तथा अन्त में सांद्रित किया जाता है। यह गाढ़ा मिष्टोद (सिरप) या तो ऐसे ही बिकने के लिए भेज दिया जाता है या उसीमें केलासित करके अधिक शुद्ध शर्करा बनायी जाती है। जर्मनी में मुख्यतया आलू स्टार्च से यह शर्करा बनायी जाती है, किन्तु मयुक्त राज्य अमेरिका में मकई स्टार्च से बनी शर्करा अधिक प्रचलित है। स्टार्च शर्करा प्रधानतः तीन वर्गों में विभाजित की जा सकती है—

(१) द्रव ग्लूकोज, जिसमें १०-१२% जल, कुछ डेक्स्ट्रीन और कुछ ऐसे अन्य पदार्थ होते हैं जिनके कारण ग्लूकोज का केलासन नहीं हो पाता, (२) ठोस ग्लूकोज, यह साबुन की गाढ़ता का एक पदार्थ होता है, जिसमें सूक्ष्म केलासीय दशा में ७०-८०% ग्लूकोज रहता है, (३) शुद्ध केलासीय ग्लूकोज, जिसमें ९९.५% शर्करा (ग्लूकोज) होती है।

शुद्ध ग्लूकोज का निर्माण अभी कुछ ही दिनों में प्रारम्भ हुआ है। इसके लिए शर्करा के केलासन की अनुकूलन दशा की खोज में कठिन वैज्ञानिक अनुसन्धान करना पड़ा है। शुद्ध केलासीय ग्लूकोज मीठी सपत के लिए बाजार में विकता है, लेकिन मिठाई बनानेवाले अपने उद्योग के लिए तीनों प्रकार की शर्करा का प्रयोग करते हैं।

ग्लूकोज के निर्माण के लिए स्टार्च के स्थान पर लकड़ी के प्रयोग पर काफी अनुसन्धान हुए और पेटेंट भी लिये गये हैं। इसके परिवर्तन के लिए स्टार्च की अपेक्षा



कही अधिक कठोर विधाओं की आवश्यकता होती है और सामान्यतः बड़े प्रबल खनिज अम्ल इस्तेमाल करने पड़ते हैं। लेकिन इससे प्राप्त ग्लूकोज बड़ा अपरिष्कृत होता है। अब केवल पशुखाद्य के लिए ही इसका प्रयोग किया जाता है, मनुष्यों में इसकी खपत नहीं होती।

## ग्रन्थसूची

- CLAASSEN, H. : *Beet Sugar Manufacture*. John Wiley & Sons, Inc.  
 DEERR, N. : *Cane Sugar*. Norman Rodger.  
 FAIRRIE, G. : *Sugar*. Faintie & Co., Ltd.  
 GEERLIOS, H C PRINSEN *Cane Sugar and its Manufacture*. Norman Rodger.  
 LYLE, O. : *Technology for Sugar Refinery Workers*. Chapman & Hall, Ltd.  
 WOHRZEK, O. : *Chemie der Zuckerindustrie*. Julius Springer.

## स्टार्च

लेविस इनान, बी० एम-सी० (लन्दन), एफ० आर० आई० सी०

वनस्पति सृष्टि में उत्पन्न विपुल सख्यक पदार्थों में स्टार्च सर्वाधिक महत्त्व की वस्तु है, कम से कम, मात्रा में तो सर्वोपरि है ही। पौधों की पत्तियों में सूर्य प्रकाश के प्रभाव से प्रतिदिन स्टार्च बनता रहता है। इस स्टार्च का एक भाग तो पौधे की तात्कालिक आवश्यकता के लिए प्रयुक्त हो जाता है और उसका शेष भाग शर्करा में परिवर्तित हो कर बीज, कन्द और प्रकन्द-जैसे अंगों में जाकर फिर स्टार्च बन जाता है। कुछ पौधों के इन्हीं अंगों में मखित स्टार्च ही औद्योगिक महत्त्व का पदार्थ होता है।

स्टार्च का निर्माण इस युग के पहले की बात है, परन्तु अपेक्षाकृत अभी हाल तक इसके लिए एकमात्र गेहूँ ही कच्चा माल माना जाता था तथा बहुत समय तक स्टार्च का प्रयोग केवल धुलाई के कामों में होता रहा। वालों में छिड़कने के काम में स्टार्च का प्रयोग प्रायः १६वीं शताब्दी से प्रारम्भ हुआ और १८वीं शताब्दी की औद्योगिक क्रान्ति के बाद ही यह पदार्थ प्राविधिक कार्यों के लिए भी प्रयुक्त होने लगा। उसी समय से जर्मनी में आलू से स्टार्च बनने लगा। कसावा, सागो, ताल और बाराहट की विभिन्न जातियों (स्पीसीज) से भी अब स्टार्च बनाया जाता है।

पादप कोशाओं के सूक्ष्म कणों के ही रूप में स्टार्च उनको में होता है।<sup>१</sup> उसके निर्माण में मुख्यतः दो पद होते हैं—(१) पौधों की कोशीय रचना को भंग करना, जिससे उममें से स्टार्च के कण निकल आयें, और (२) इस प्रकार बाहर आये स्टार्च कणों को अन्य पादप पदार्थों से अलग करना।

**आलू स्टार्च**—आलू से स्टार्च बनाने के लिए पहले आलू को कूट कर लुग्दी बनायी जाती है जिसमें स्टार्च कण कोशाओं में बाहर निकल आये और तब लुग्दी का चलनी में रखकर धोया जाता है, इसमें स्टार्च धुलकर और तन्तुओं से छनकर नीचे चला जाता है, चलनी में केवल तन्तु छेप रह जाते हैं। चलनी से छने अपरिष्कृत स्टार्च दुग्ध में भी कुछ तन्तु एवं जलविलेय पदार्थ चले जाते हैं। बार-बार तलछटीकरण करने और निधारने से अथवा अपकेन्द्र पृथक्करण से इन अशुद्धियों का निरसन किया जाता है। अन्त में स्टार्च को गरम-हवा केशमों में अथवा परिभ्रामी ढोलों में सुखा लिया जाता है। बाजार में बिकनेवाले आलू के स्टार्च में जल की मात्रा १८-२०% होती है।

**गेहूँ स्टार्च**—गेहूँ स्टार्च का निर्माण अनेक रीतियों में किया जाता है। एक विधा में गेहूँ को पानी में भिगा करके तब कूटा जाता है और फिर उसमें और अधिक पानी डालकर किण्वन के लिए छोड़ दिया जाता है। ऐसा करने से स्टार्च का धोना आसान हो जाता है। दूसरी विधा में गेहूँ का पिष्ट बटाकर छोड़ दिया जाता है और कुछ समय बाद उसे गूधते हुए जल प्रधार (जेट) से धोया जाता है, इससे स्टार्च पृथक् कर लिया जाता है। इस प्रक्रिया से यह लाभ है कि एक मूल्यवान् उपजात के रूप में गेहूँ का ग्लूटेन भी प्राप्त हो जाता है। इसका शेष उपधार आलू स्टार्चसे भिन्न नहीं होता। गेहूँ के बाजार स्टार्च में प्रायः ११-१५% जल होता है।

**मफई स्टार्च**—इसके निर्माण के लिए अन्न को ऐसे जल में भिगाया जाता है, जिसमें सल्फ्यूरस अम्ल या कैल्सियम बाइसल्फाइड की थोड़ी मात्रा घुली रहती है। भिगाये अन्न को पीसकर उसके आलम्ब में से स्टार्च को तलछटीकरण रीति से अलग किया जाता है। शोधन विधा में कभी-कभी स्टार्च दुग्ध में थोड़ा सा सल्फ्यूरस अम्ल अथवा दह सोडा डाला जाता है। अम्ल अथवा क्षार डालकर बनाये गये स्टार्च के गुण भिन्न-भिन्न होते हैं। अम्ल के प्रयोग से स्टार्च का रंग जरा अच्छा होता है, लेकिन गरम जल से उसकी श्यान लेपी नहीं बन पाती।

**चावल स्टार्च**—चावल में स्टार्च के कण अत्यन्त छोटे-छोटे होते हैं तथा अवि-लेय ग्लूटेन से घिरे रहते हैं। इस वजह से उनके पृथक्करण की यांत्रिक रीति व्याव-हारिक नहीं होती, अतः प्रायः दह सोडा जैसे रासायनिक पदार्थ की सहायता लेनी पड़ती

है। चावल को दह सोडा के तनु विलयन ( $0.3-0.5\%$ ) में भिगो दिया जाता है और उसे समय-समय पर विचालित करते रहते हैं। इस त्रिया से ग्लूटेन विलीन हो जाता है। उसके बाद चावल को पीसकर तथा दुग्धीय स्टार्च आलम्ब को नियार कर या अपकेन्द्रित करके उसमें से तन्तु अलग कर दिये जाते हैं और तब उसे रेसम की चलनी से छानकर स्टार्च अलग किया जाता है। यह पृथक्करण तलछटीभवन अथवा अपकेन्द्रण से भी सम्पन्न किया जा सकता है।

अन्य स्टार्च—खाद्य पदार्थों के लिए तथा अन्य प्राविधिक कामों के लिए कमावा स्टार्च, सागो स्टार्च तथा आरारुट स्टार्च इस्तेमाल किये जाते हैं। टैपिओका स्टार्च कसावा स्टार्च का एक अशत शिलपीकृत (जिलैटिनाइज्ड) रूप है।

विविध स्टार्चों के कण आकार और परिमाण में भिन्न-भिन्न होते हैं तथा उनके कणों में जो रेखाएँ हांती हैं वे भी भिन्न होती हैं। इनके कारण बहुत से स्टार्च सूक्ष्म दर्शी की सहायता से ही पहिचाने जा सकते हैं। आलू स्टार्च के कण अपेक्षाकृत बड़े होते हैं और यों भी देखे जा सकते हैं। लेकिन चावल स्टार्च के कण अत्यन्त सूक्ष्म होते हैं और अपने इमीभुण के कारण चावल स्टार्च चेहरे पर लगाने के पाउडर में इस्तेमाल किया जाता है।

भिन्न स्टार्चों को जल में मिलाकर बनायी गयी लेपी अथवा विलयन के गुण भिन्न भिन्न होते हैं। उदाहरण के लिए कुछ स्टार्चों में बनी लेपी अन्य स्टार्चों की अपेक्षा अधिक श्यान होती है।

स्पष्ट है कि स्टार्च निर्माण की प्रक्रियाएँ अधिकतर यांत्रिक होती हैं और उनमें अनुसन्धानों द्वारा उन्नति करने की खास गुजाइश नहीं है। लेकिन स्टार्च से व्युत्पन्न पदार्थों के निर्माण में रासायनिक अन्वेषण एवं नियन्त्रण बड़े महत्त्वपूर्ण सिद्ध हुए हैं। जैसे विलेय स्टार्च यानी गरम जल में न्यूनाधिक पूरी तरह से घुल जाने वाले स्टार्च का निर्माण रासायनिक अनुसन्धान का एक अच्छा खासा विषय रहा है और इसके लिए अनेक पेटेण्ट भी लिये गये। विलयनीकरण की अनेक रीतियों से अब यह सम्भव हो गया है कि प्रायः किसी भी श्यानता का विलयन बनाने के लिए विलेय स्टार्च तैयार किया जा सकता है और आवश्यकतानुसार उन्हें विविध कामों के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। इनमें से अधिकांश रीतियों में स्टार्च का किसी अम्ल अथवा अल्कलीकृतों द्वारा उपचार किया जाता है। इससे स्टार्च में प्रायः कोई रासायनिक परिवर्तन नहीं होता लेकिन जल के प्रति उसका आचरण सर्वथा बदल जाता है। अतः उपचारित स्टार्च में उष्ण जल मिलाने से श्यान एवं गदली लेपी बनती है किन्तु विलयनीकृत (सॉल्वलाइज्ड) स्टार्च से अधिक स्वच्छ और चलिष्णु (मोबाइल)

विलयन बनता है। डेक्स्ट्रीन के निर्माण में भी परिस्थितियों के वैज्ञानिक नियंत्रण की आवश्यकता होती है, जिसमें सदा एकरूप पदार्थ प्राप्त हो। स्टार्च को अकेले अथवा अल्प मात्रा में किसी अम्ल के साथ भूँनने (रोस्टिंग) से डेक्स्ट्रीन तैयार होती है। कागज, वस्त्र, धुलाई तथा चमड़ा-उद्योग जैसे अनेक कामों में स्टार्च, विलेय स्टार्च तथा डेक्स्ट्रीन का प्रयोग होता है।

### ग्रन्थसूची

- EYNON, L., AND LANE, J. H. *Starch, its Chemistry, Technology and Uses*.  
W. Heffer & Sons, Ltd.  
RADLEY, J. A. *Starch and its Derivatives* Julius Springer Chapman  
& Hall, Ltd.  
REHWALD, F. *Starch Making* Scott Greenwood & Sons, Ltd.  
SAARE, O. *Die Fabrikation der Kartoffelstarke*

### कोको, चाकलेट और मिठाई

टाम मैकारा, एफ० आर० आई० सी०

यूरोप में कोकोवीन का प्रवेश कोलम्बस के द्वारा हुआ था। आज के कोको और चाकलेट हमी कोकोवीन से बनते हैं। कोको का इतिहास तथा उससे बने पदार्थों की कहानी बड़ी रोचक है जो हमें एडटेक्स के दिनों की याद दिलाती है। इस विषय का बड़ा सुन्दर और सक्षिप्त विवरण ए० डब्लू० नैप-लिखित 'कोको ऐण्ड चाकलेट' नामक पुस्तक में दिया गया है। यद्यपि कोको का मूल देश मेक्सिको है किन्तु आजकल इस्तेमाल होनेवाला कोको अधिकांश पश्चिमी अफ्रीका के उपनिवेशों से प्राप्त होता है। फिर भी पूर्वी और पश्चिमी इण्डो-मध्य तथा दक्षिणी अमेरिका और श्रीलंका से भी इसकी काफी मात्रा प्राप्त होती है।

कोको के वृक्ष की यह एक विचित्रता है कि उसके फूल और फलियाँ उसके तने और मोटी-मोटी शाखाओं पर ही लगती हैं। पक जाने पर फलियाँ तोड़ ली जाती हैं और उन्हें खोलकर उनमें से बीज यानी 'बीन' निकाल ली जाती हैं। इन बीजों को किण्वन के लिए रख दिया जाता है। यद्यपि किण्वन की विधाएँ भिन्न-भिन्न होती हैं परन्तु परिणाम प्रायः एक ही जैसे होते हैं। चिटेण्डन ने १८९९ में प्रथम बार इस

विना (प्रक्रिया) का अध्ययन किया था। उन्होंने यह दर्शाया था कि किण्वन की प्रथम अवस्था यीस्टो द्वारा सिद्ध होती है परन्तु उसमें लैक्टिक और व्युटिरिक अम्ल उत्पन्न करनेवाले जीवाणु भी मौजूद रहते हैं। अनुगामी अन्वेषको ने इस सन्ध में बहुत से फफूंदो और जीवाणुओं का वर्णन किया है परन्तु वे इतने बहुसंख्यक हैं कि उनकी चर्चा यहाँ सम्भव नहीं है, हाँ नैप ने यीस्टो के बाद एसिटिक अम्ल जीवाणुओं को ही महत्वपूर्ण बताया है। इन्हीं जीवाणुओं के कारण जो द्वितीयक किण्वन होता है उसमें वीनो का ताप  $46^{\circ}$  से० और कभी-कभी  $50^{\circ}$  से० तक बढ़ जाता है। उत्तम श्रेणी के कोको के उत्पादन में ताप का प्रभाव बड़ा महत्वपूर्ण जान पड़ता है। अगर किण्वन को इस अवस्था में आगे बढ़ने दिया जाय तो अन्य जीवाणुओं के कारण अवाछनीय गन्ध उत्पन्न होने लगती है।

इस विषय के वर्तमान ज्ञान का पूर्ण विवरण नैप द्वारा प्रकाशित किया गया है। इन्होंने प्रक्रिया के प्रकार एवं बीन में होनेवाले परिवर्तनों के बारे में बड़े सारगर्भित निष्कर्ष निकाले हैं। मुख्य-मुख्य परिवर्तन निम्नलिखित हैं—(१) वैगमी रंग बदल कर चाकलेटी भूरा रंग हो जाता है, (२) सुवास में उन्नति होती है, और (३) कसैलापन कम हो जाता है।

किण्वन के बाद बीनो को किसी मन्च पर यथासम्भव धूप में सुखाया जाता है। कभी-कभी सुखाने की कृत्रिम रीति भी अपनायी जाती है, लेकिन नैप और कॉवर्ड के आविष्कार ने यह सिद्ध किया कि यीस्ट में लगे हुए स्टीरोल पर सूर्यप्रकाश की परा-नीललोहित (अल्ट्रावायलेट) किरणों के प्रभाव से ही कोको के छिलको में विटामिन डी उत्पन्न होता है। इसलिए बीनो को धूप में सुखाना श्रेयस्कर है।

कोको चूर्ण—जब बीन निर्माणी में आती है तो साफ करनेवाले यंत्र द्वारा उसको अवर पदार्थों से अलग करके भूना जाता है। कोको और चाकलेट के निर्माण में यह बड़ी महत्वपूर्ण प्रक्रिया है, क्योंकि निष्पन्न पदार्थ की सुवास अधिकांशतः इसी की कुशलता पर निर्भर होती है। सर्वप्रथम भूनने के लिए गोलाकार पात्र इस्तेमाल किया जाता था, यह पात्र कोक की आग पर घूमा करता था। लेकिन कालान्तर में रम्भाकार पात्र प्रयुक्त होने लगा और इसे गैस द्वारा गरम किया जाने लगा। यद्यपि यह युक्ति अब भी काम में लायी जानी है, लेकिन भुंराई के सबसे नये यंत्र में तप्त धातु-कुण्डलो द्वारा आवश्यक ताप तक गरम की हुई हवा प्रवेश करायी जाती है। इस क्रिया में बीनों की सुवास में परिवर्तन होता है और कसैलापन कम हो जाता है, साथ ही साथ इससे छिलका भी ढीला हो जाता है जिसे कूटफटक कर निबो से आसानी से अलग किया जा सकता है।

निबो को पत्थर की चक्की या विनोप वियोजन (टिसइन्टिग्रेटिंग) यंत्रों में डालकर पीसा जाता है। इनमें ५०-५४ प्रतिशत कोको बटर होता है, जो पिमाई में उत्पन्न दाब और ताप के कारण द्रवीभूत हो जाता है; इससे कोको चक्की में से गाढ़ो मलाई के रूप में निकलता है। इसे 'कोको मास' कहते हैं।

कोको चूर्ण के दो रूप होते हैं, एक को 'सार' यानी 'इसेन्स' और दूसरे को 'विलेय कोको' कहते हैं। सार बनाने के लिए कोको मास को लोहे के ऐसे पात्रों में डाला जाता है जिनके सिरे और तल में लोहे के छिद्रित पट्टों पर आधारित छानन गत्ते (पैड) लगे होते हैं। इन पात्रों में ३-३.३ टन प्रति इंच का द्रवचालित दबाव रहता है, जिससे अतिरिक्त कोको बटर निकल आता है और कड़ी खली, जिसे 'कोको केक' कहते हैं, बच रहती है। इस खली में आवश्यकतानुसार १०-२८% तक कोको बटर छोड़ दिया जाता है। पेराई के ताप का भी नियंत्रण करना पड़ता है क्योंकि अगर ताप अधिक ऊँचा हो जाय तो कोको की सुवास पर कुप्रभाव पड़ता है, साथ ही यह कोको बटर के लिए भी हानिकारक होता है। इसके बाद खली तोड़कर विशेष यंत्रों में पीस ली जाती है, जिसमें से वह स्वतः छनाई यंत्र में स्थानान्तरित हो जाती है। इसमें चूर्ण १०० अक्षिवाले रेशमी छत्रों द्वारा छन जाता है तथा अवशिष्ट भाग फिर पिमाई यंत्र में चला जाता है। फटकन युक्तियुक्त वियोजक (डिसइन्टिग्रेटर) भी आजकल काम में लाये जाते हैं, जिनके द्वारा किसी भी वांछित सूक्ष्मता का चूर्ण तैयार किया जा सकता है।

'विलेय कोको' सचमुच 'सार' से अधिक विलेय नहीं होता लेकिन क्षार द्वारा उपचारित होने के कारण इसमें कोको के प्राकृतिक अम्ल का उदासीनीकरण हो जाता है। इसका रंग तनिक चोखा और स्वाद थोड़ा मुस्वादु हो जाता है। ये गुण कोको पदार्थ के पायसन के कारण उत्पन्न होते हैं। निर्माता लोग क्षार का प्रयोग निर्माण की भिन्न-भिन्न अवस्थाओं पर करते हैं। कभी तो भूँनने के पहले, कभी पेराई के पूर्व द्रव कोको मास में और कभी परिष्करण के पूर्व कोको खली में क्षार डाला जाता है। प्रायः इन सभी रीतियों से पायसनसम्बन्धी एक ही प्रकार का परिणाम प्राप्त होता है लेकिन हर एक में अपनी-अपनी विशेष सुवास का अवश्य विकास होता है।

चाकलेट—चाकलेट बनाने के लिए बीनों को कोको बनाने की अपेक्षा तनिक कम भूँना जाता है, नही तो कोको मास बनाने की शेष प्रक्रिया बही होती है। सर्वोत्तम श्रेणी के चाकलेट में कोको मास में से कोको बटर नहीं, निलोय, अम्ल, क्लिक मिल में डालकर उसी में शर्करा और कोई सुवास मिला दी जाती है। इस अवस्था की पिमाई में कोको और शर्करा के दाने काफी छोटे-छोटे हो जाते हैं। कभी-कभी तो अतिरिक्त

कोको बटर डालना पड़ता है, क्योंकि शर्करा के कारण 'मास' बड़ा कड़ा हो जाता है।

चाकलेट के परिष्करण के लिए उसको एक ऐसे यंत्र में डालकर सिद्ध किया जाता है, जिसमें लोहे के पाँच बड़े-बड़े बेलन लगे होते हैं। इन बेलनों से पिसाई के दबाव और सघर्षण से शर्करा और कोको के अति तप्त हो जाने की संभावना होती है, इसलिए बेलनों को बराबर जल से ठंडा किया जाता है। कार्यविधा की इस अवस्था में बरती गयी माध्यानी पर ही चाकलेट की चिकनाहट निर्भर करती है, तथा उत्पन्न कणों के परिमाण पर भी इस समय नियंत्रण रखने की जरूरत होती है। सर्वोत्तम श्रेणी के चाकलेट प्राप्त करने के लिए इस क्रिया को दो तीन बार करना पड़ता है। इन परिष्करण यंत्रों में से चाकलेट शल्कलीय (फ्लेकी) रूप में प्राप्त होता है। अतः इसे स्टोव पर या किसी गरम कमरे में रखा जाता है, जिससे वह अपनी द्रवता पुनः प्राप्त कर ले। सामान्यतः इस अवसर पर और भी कोको बटर मिलाया जाता है। अन्त में चाकलेट को काँचो में रखा जाता है। ये यंत्र विशिष्ट रूप से चाकलेट बनाने में ही प्रयुक्त होते हैं। सामान्यतः इनका चार-चार का कुलक (या सेट) होता है और उनमें आयताकार तडाग होते हैं, जिनकी तहें ग्रैनाइट की बनी होती हैं। उन तहों पर ग्रैनाइट के बेलन आगे-पीछे डोक्ते रहते हैं। इन काँचो की क्रिया १२ से १६ घण्टों तक चलती रहती है। जैसी चाकलेट बनानी होती है, उसी के अनुसार इस क्रिया का ताप रखा जाता है। इस अवस्था में चाकलेट की बनावट तथा उसकी सुवास का अद्भुत विकास होता है। लेकिन आज तक इस विचित्रता का कोई वैज्ञानिक कारण नहीं बताया जा सका कि उपर्युक्त विकास क्यों और कैसे होता है। काँच में से निकलने के बाद चाकलेट माँचो में ढलने तथा खण्ड बनने के लिए तैयार हो जाते हैं। सामान्यतः इन क्रियाओं के पहले चाकलेट को स्टोव पर गरम करके मृदुकरण (टेम्परिंग) के लिए तली में डालकर उसका निरन्तर विचालन किया जाता है और अनुगामी क्रिया के लिए उपयुक्त ताप पर रखा जाता है। चाकलेट का मृदुकरण बड़े महत्व की क्रिया मानी गयी है और अगर यह ठीक ढंग से न पूरी की जाय तो निम्न पदार्थ में कई दोष उत्पन्न हो जाते हैं। इनमें से एक दोष को वसीय मृदुलक (फैटीब्लूम) कहते हैं। इस दोष के कारणों की खोज के लिए निर्माता एवं रसायनज्ञ वर्षों से चिन्तित रहे और आखिरकार 'ट्रेड रिसर्च एसोसियेशन' ने इसके कारण का पता लगाया और इसके उपाय भी सुझाये। माँचे में डालकर खण्ड बनाने की क्रिया बहुधा यंत्रों की सहायता से की जाती है यद्यपि सर्वोत्तम चाकलेट का आवरण अब भी हाथ से ही किया जाता है।

यंत्रों द्वारा आवरण क्रिया में चाकलेट की मुष्टयता (प्लैस्टिसिटी) बड़े महत्व की

बात है और रसायनज्ञो तथा 'रिसर्च एमोसियेशन' के कर्मचारियों (विशेष कर डा० एल० ई० कैम्पबेल) द्वारा अध्ययन का यह विशेष विषय रहा है।

प्रशीतक (रेफ्रिजरेटर) किसी चाकलेटनिर्माणी का एक प्रमुख अंग होता है क्योंकि द्रवित खण्डो तथा 'कौचर' की ऊष्मा को, जिसमें गुप्त ऊष्मा भी शामिल होती है, इस गति से घटाना चाहिए जिससे बमा सूक्ष्म केलामीय रूप में जम जाय। इसी केलामीय दशा पर चाकलेट की भगुरता (स्नैप) निर्भर करती है। शीतन को अति मन्द गति के कारण ही चाकलेट में इस गुणविशेष की कमी होती है तथा वह खाने में भी कुछ रुखा-सा लगता है। इसीलिए उसे शीघ्र ठंडा करने के लिए प्रशीतक की आवश्यकता होती है।

इस उद्योग में चीन का छिलका या बकला काफी प्रचुर मात्रा में निकलता है, अतः इसके उपयोग के लिए अनेक प्रयत्न किये गये हैं। इनमें वियांब्रोमीन और निम्न कोटि का कोको बटर निकाला गया है। हाल में इन छिलको में विटामिन डी पाये जाने के कारण अब यह एक उत्तम पशुखाद्य के रूप में प्रयुक्त होने लगा है। गायों को ये छिलके खिलाने से उनमें जाडों में भी उसी विटामिन डी मात्रावाला मन्त्रन प्राप्त होता है जैसा गर्मी के दिनों में।

युद्धकाल में सैनिकों के लिए चाकलेट एक विशेष राशन के रूप में इस्तेमाल होता था तथा अधिकृत देशों के बच्चों को खिलाने के लिए यह काफी बड़े पैमाने पर तैयार किया जाता था। बच्चों को विटामिन (ए, बी, सी, तथा डी) खिलाने के लिए चाकलेट बड़ा उत्तम साधन है। (इंग्लैण्ड के) खाद्यमन्त्रालय द्वारा सर जैक ड्रमण्ड की अध्यक्षता में नियुक्त एक विशेष समिति ने निर्माण एवं सग्रहण-काल में विटामिन की हानि की सीमा निर्धारित करने के लिए बड़ा अनुसन्धानकार्य किया। युद्ध के पहले 'रिसर्च एमोसियेशन' ने यह निश्चित किया था कि कोको पदार्थों में एक ऐसा प्रति-ऑक्सीकारक होता है जो सामान्यतः तेल और बमा में 'प्रतिपक्षिता' को रोकना है, और अब यह भी ज्ञात हुआ है कि यह पदार्थ चाकलेट में मिलाये गये विटामिन ए को भी काफी समय तक सुरक्षा करता है। विटामिन बी, तो वैसे भी लम्बे समय तक अप्रभावित रहता है, लेकिन विटामिन सी की धीरे-धीरे बराबर हानि होती रहती है। इन परिणामों से यह विदित होता है कि विटामिनो का सेवन कराने के लिए, विशेषकर बच्चों को, चाकलेट बड़ा उपयुक्त साधन है।



**मिठाई—**मिठाई बनाने के उद्योग में विविध प्रकार के कच्चे मालों का प्रयोग होता है और उनके चुनाव में बड़ी सावधानी की आवश्यकता होती है। उच्च कोटि की मिठाई बनानेवालों के लिए सभी वस्तुओं के भौतिक एवं रासायनिक गुणों का ज्ञान अनिवार्य होता है। सामान्यतः इस उद्योग में प्रयुक्त होनेवाली क्रियाएँ चाकलेट बनाने की प्रक्रिया से कहीं अधिक सरल होती हैं। उनमें से अधिकांश में अकेले या अन्य घटकों के साथ केवल शर्करा उबालने की आवश्यकता होती है।

सबसे साधारण मिठाई 'शर्करा क्वाथन' (सुगर थ्यारपलिंग) कहलाती है। 'बुल्स आइज', 'ऐसिड ड्रप्स', 'पियर ड्रप्स' इत्यादि इस प्रकार की मिठाइयों के उदाहरण हैं। इनके बनाने की तीन मुख्य रीतियाँ हैं—(१) अग्निक्वाथन—इस विधा में शर्करा को एक ताम्रकड़ाह में लेकर कोक या गैस की आग पर उबाला जाता है। थोड़ी मात्रा में ग्रीम ऑफ टारटर भी डाल दिया जाता है, इसका एकमात्र तात्पर्य शर्करा को अशत अपवृत्त (इन्वर्टेड) करना होता है अन्यथा ठंडी होने पर उबाली हुई शर्करा का ऐसा रसा बन जाता है कि उसे साँचों में ढालकर वांछित आकार में ढालना असंभव हो जाता है। कुछ मिठाइयों के लिए अग्निक्वाथन की रीति अब भी अच्छी मानी जाती है क्योंकि कड़ाह में शर्करा के स्थानिक कँरेमली-भवन<sup>१</sup> के कारण एक विचित्र सुवास उत्पन्न हो जाती है।

(२) निर्वात क्वाथन—इसमें शर्करा को न्यून दबाव पर उबाला जाता है। इस विधा में शर्करा को अपवृत्त करने के लिए टारटरिक अम्ल अथवा साइट्रिक अम्ल डाला जाता है, क्योंकि न्यून ताप पर ग्रीम ऑफ टारटर उतना सक्रिय नहीं होता; ऐसी दशा में अपवृत्त करने के लिए अम्लता की अधिक मात्रा आवश्यक होती है। साथ ही अपवृत्त शर्करा के अनुपात पर भी नियंत्रण रखा जाता है, अन्यथा उसमें और दोष उत्पन्न हो सकते हैं।

(३) बड़े पैमाने पर उत्पादन—इस प्रणाली में प्रयुक्त भाप-संश्लिप्त रम्भ (स्टीम जैकटेड सिलिण्डर) के अन्दर तप्त कुण्डल (क्वायल) होते हैं। शर्करा के मिट्टोद<sup>२</sup> (सिरप) का पतला स्तर इन्हीं कुण्डलों के ऊपर से पार किया जाता है। यह विधा सतत चलती रहती है तथा यह प्रणाली मुख्यतः धान्यमिट्टोद<sup>३</sup> (कॉर्न सिरप) अथवा कार्निफेशनर्स ग्लूकोज में बने क्वाथनों के उत्पादन में प्रयुक्त होती है। इस मिट्टोद में शर्करा के रवे उम प्रकार नहीं बनते जैसे अपवृत्त शर्करा में। इसी लिए ऐसी

<sup>१</sup> Carametising <sup>२</sup> Syrup शर्बत

मिठाइयों के लिए, विशेषकर जो अम्लरहित होती हैं, ग्लूकोज ही इस्तेमाल किया जाता है।

मिठाइयों के इनके विभिन्न प्रकार होते हैं कि यहाँ सबका वर्णन संभव नहीं, लेकिन यह स्पष्ट करना आवश्यक है कि उनके उत्पादन एवं संग्रहण में अनेक भौति-रसायनिक सिद्धान्त निहित हैं। कुछ पदार्थ तो ऐसे वायुमण्डल से भी आर्द्रता ग्रहण करते हैं जिनकी आपेक्षिक आर्द्रता काफी कम होती है, जब कि कुछ ऐसे पदार्थ होते हैं जो काफी अधिक आपेक्षिक आर्द्रतावाले वायुमण्डल में भी अपनी आर्द्रता खोकर सूखने लगते हैं। एतदर्थ विभिन्न पदार्थों के वाष्प-दाब (वेपर प्रेशर) का ज्ञान इसलिए आवश्यक है कि रसायनज्ञ उनके संग्रहण एवं भरणे और वाँचने का ठीक-ठीक प्रबन्ध कर सकें। कुछ तरह की मिठाइयाँ तो बनाते-बनाते ही सूखने लगती हैं, इस समस्या के हल में भी रसायनज्ञ और इंजीनियर की आवश्यकता होती है।

स्थानता, सुघटघना तथा केलासन से संबंधित भी अनेक समस्याएँ हैं। पिछले कुछ वर्षों में कच्चे माल अबका उनके मिश्रणों के pH मान के प्रभाव का भी विशेष ज्ञान प्राप्त किया गया है जिससे महत्वपूर्ण उन्नति करने और मितव्ययिता में विशेष सहायता मिली है। विविध प्रकार की मिठाई बनाने में स्टार्च, जिलेटिन, अगर, पेक्टिन तथा गोद इस्तेमाल होते हैं, अतः इनकी बढह में मिठाई-उद्योग में कालिलीय रसायन का भी विशेष महत्व है। सोयाबीन से प्राप्त लेसिथीन के प्रयोग से नवनीत अर्थात् मखन तथा अन्य वसाओं का मतोपजनक पायसन भी अब बड़ा सरल हो गया है।

मिठाइयों के रंग और सुवास पर ही उपभोक्ताओं की रुचि प्रायः निर्भर करती है, और इन गुणों का विकास मुख्यतः रसायनज्ञों की कुशलता पर आधारित होता है। विविध प्रकार के कृत्रिम सुवासनपदार्थ तैयार कर लिये गये हैं, जिनसे न्यूनाधिक मात्रा में उन प्राकृतिक सुवासों की प्रतीति होती है जो मरलता से सांद्रित रूप में नहीं प्राप्त की जा सकती है। खाद्यरजक भी अनेक प्रकार के और बड़ी उच्च शुद्धता के बनने लगे हैं। इन सब बातों से यह स्पष्ट है कि इन उद्योगों में कच्चे माल के चुनाव तथा निर्माण की रीतियों के नियंत्रण एवं संग्रहण में रसायनज्ञों के लिए काम करने का बहुत व्यापक क्षेत्र है।

## ग्रन्थसूची

- BERMAN, M. : *The How and Why of Candy Making*. Emmet Boyles.  
 BYWATER, H. W. : *Modern Methods of Cocoa and Chocolate Manufacture*.  
 J. & A. Churchill, Ltd.  
 FINCKE, H. : *Handbuch der Kakaoverzeugnisse*. Julius Springer.  
 FRITSCH, J. : *Fabrication du Chocolat* Desforges  
 JENSEN, H. R. : *Chemistry, Flavouring and Manufacture of Chocolate, Confectionery and Cocoa* J & A Churchill, Ltd.  
 JORDAN, S. : *Confectionery Problems* National Confectioners' Association,  
 KANPP, A W : *Cocoa and Chocolate*. Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd.  
 KNAPP, A. W : *Cocoa Fermentation* John Bale, Sons & Curnow, Ltd.  
*Skuse's Complete Confectioner*. W. J. Bush & Co, Ltd  
 WHYMPER, R. : *Cocoa and Chocolate, Their Chemistry and Manufacture*.  
 J. & A. Churchill, Ltd.  
 WHYMPER, R. : *Manufacture of Confectionery*. St. Catherine Press, Ltd.  
 ZIPPERER, P : *Manufacture of Chocolate* E & F. N. Spon, Ltd.

## डब्बाबन्दी

आर० एस० पॉटर, बी० एस०सी० (बर्मिंघम), एफ० आर० आई० सी०

इतिहास—खाद्य पदार्थों के परिरक्षण के लिए अतीत काल से प्रयत्न होता आया है और उसके लिए अनेक विधायें (प्रक्रियाएँ) भी प्रयुक्त होती रही हैं। परन्तु जब उन विधाओं के क्रियाकरण में विज्ञान का प्रयोग किया जाने लगा तभी से उसमें विशेष प्रगति और विकास हुआ है। डब्बाबन्दी प्रथा खाद्यपरिरक्षण का अभी नया तरीका है जो प्रायः गत १४० वर्षों से व्यवहृत हो रहा है। १७९५ में फ्रेंच सरकार ने युद्ध-कालीन स्थिति में सैनिकों के खाद्यों के परिरक्षण की सबसे व्यावहारिक रीति विकसित करने के लिए १२,००० फ्रांको के पुरस्कार की घोषणा की थी। १८०४ ई० में निकोलस अप्पर्ट नामक एक फ्रांसीसी ने, जिसे खाद्यपरिरक्षण की कला का अन्धा अनुभव प्राप्त था, काच के बन्द मर्तबानों में गरम करके खाद्यों को ठीक दिशा में असीमित काल तक सुरक्षित रखने की विधा का आविष्कार किया। उस समय हमें दिसा जो “कला” की ही सजा दी गयी क्योंकि सचमुच उसके ठीक सिद्धान्तों का किसी को भी

पता न था और न किसी को इस प्रारम्भिक आविष्कार के उम महत्व का ही अनुमान था, जो आगे चलकर खाद्यपरिरक्षण और वितरण के क्षेत्र में उसे प्राप्त हुआ। आजकल तो किसी दूकान में परिरक्षित खाद्यों के भण्डार को देखकर डब्बाबन्दी उद्योग के विस्तार का सहज अनुमान किया जा सकता है। इस उद्योग का इतिहास स्वयं ऐसा विषय है जिम पर पूरा ग्रन्थ लिखा जा सकता है परन्तु यहाँ तो उसकी केवल एक झलकमात्र दिखाई जा सकती है। पाठको को यदि इसकी विस्तृत जानकारी प्राप्त करना हो तो उन्हें तत्सम्बन्धी अन्य वाङ्मय का अध्ययन करना होगा।

१८१० ई० में अप्पर्ट ने अपनी प्रसिद्ध पुस्तक (ग्रन्थमूची देखिए) प्रकाशित की थी और यह उल्लेखनीय बात है कि आज प्रायः १४० वर्ष के बाद भी उनकी मूल प्रक्रिया को ही डब्बाबन्दी का आधार माना जाता है। यह सामान्यतः मान्य है कि डब्बाबन्दी का जन्म अप्पर्ट की विधा में ही हुआ, लेकिन टामस मॅडिंगटन नामक एक अंगरेज को भी उसका श्रेय दिया जाता है, क्योंकि उसने अप्पर्ट की पुस्तक प्रकाशित होने के कुछ वर्ष पूर्व फलों के परिरक्षण की एक विधा का पेटेण्ट कराया था। मॅडिंगटन की विधा भी अप्पर्ट की विधा की तरह ही थी, इसमें भी फलों को काँच की बोतलों में बन्द करके १६०°—१७०° फ० ताप पर एक घण्टा तक गरम करके उनका परिरक्षण किया जाता था। इंग्लैंड में डब्बाबन्दी का प्रथम कारखाना १८१२ के लगभग बर्मिंघम में डॉन्किन द्वारा बनाया गया था। धातु आधानों का विकास पहले-पहल डूरैण्ड ने किया था और उसने तत्सम्बन्धी दूसरा पेटेण्ट भी लिया था। संभवतः डब्बाबन्दी कारखाने की स्थापना इसी पेटेण्ट का परिणाम थी। ये आधान अर्थात् डब्बे शुरू शुरू में पिटर्वा लोहे के बने होने के कारण बहुत भारी होते थे। इनके मिरे पर एक छेद होता था जिससे उनमें खाद्य पदार्थ डाला जाता और उसके बाद उस पर एक बिम्ब रखकर टाँके से जोड़ दिया जाता था। अन्त में उस डब्बे को खोलते पानी में रखकर परिरक्षण किया जाता था। इन डब्बाबन्द खाद्यों में नौमैनिको की विशेष रुचि होती थी, क्योंकि उनको न केवल विविध प्रकार की खाद्य वस्तुएँ प्राप्त होने लगी थी बल्कि इनके प्रयोग से वे प्रशीताद (स्कर्वी) नामक रोग से भी बच जाते थे। उस प्रारम्भिक काल में कभी कभी खाद्यों के नष्ट हो जाने से उद्योग में भारी हानि हो जाया करती थी और खाद्य-परिरक्षण की प्रचलित प्रथा आलोचना का अच्छा साधन बन जाती थी। स्टीफेन गोल्डनर ने रासायनिक ऊष्मक के लिए एक और पेटेण्ट लिया, जिसमें जल के स्थान पर कैल्शियम क्लोराइड या सोडियम नाइट्रेट का विलयन प्रयुक्त होता था। इन विलयनों के प्रयोग से जीवाणु-हनन का ताप अधिक ऊँचा किया जा सकता था।

१९वीं शताब्दी के उत्तरार्ध में बड़ी तेज़ी से इस उद्योग का विकास हुआ और

मान शताब्दी के प्रारम्भ में एक फ्रान्सीसी वैज्ञानिक, एल० वेलाडे ने यह बताया कि काफी समय तक ठीक रहनेवाले डब्रावन्द मास अनिवार्यतः जीवाणुरहित नहीं होते। उन्होंने देखा कि ७०-८० प्रतिशत डब्रावन्द सामानों में ऐसे जीवाणु विद्यमान थे जो उपयुक्त अवस्था पाकर विकसित हो सकते थे। अन्य कार्यकर्ताओं ने भी इस बात की सफुष्टि की और डब्लू० जी० सैवेज एव आर० एफ० हनरिक ने तो इस विषय की विस्तृत छानबीन की। आजकल डब्रावन्द सामान बहुत करके केवल आंशिक रूप में ही जीवाणुरहित माने जाते हैं। खाद्यों के डब्रों में, जिन्हें साधारण भाषा में जीवाणुरहित कहा जाता है, ऐसे जीवाणु होते हैं जो समुचित परिस्थिति पाकर बढ़ और पदार्थों को नष्ट कर सकते हैं। अतः डब्रावन्द खाद्य मन्चे वैज्ञानिक अर्थ में बहुधा जीवाणुरहित नहीं होते। यह बात डब्रा वन्द करनेवालों के लिए बड़े महत्त्व की है, क्योंकि इन गुप्त प्राणियों के विकास में सहायक कारकों का प्रभाव विधावन की रीतियों पर पड़ना आवश्यक है। समस्या के हल में संग्रहण ताप, आक्सीजन की उपस्थिति, मूल पदार्थ के दूषण की सीमा तथा अम्लता—इन सब का ध्यान रखना पड़ता है।

डब्रावन्दी की प्रथा—यह बताया जा चुका है कि अप्ट की मूल विधा (प्रक्रिया) का आधार अब भी वही है, लेकिन उन परिस्थितियों के उत्पन्न करने के साधनों में असाधारण प्रगति हुई है। इसका मुख्य कारण अमेरिकी डब्रावन्दी उद्योग का विकास है। पुराना रासायनिक ऊष्मक (केमिकल बाथ) काफी दिन पहले ही लुप्त हो गया था और उसके स्थान पर निपीड-पन्च (प्रेसर कुकर) तथा निपीड तापक (ऑटोक्लेव) इस्तेमाल किये जाने लगे हैं। ये यंत्र भाप द्वारा चालित होते हैं और नियंत्रित ताप तथा दबाव पर इनका प्रयोग किया जाता है। विविध पदार्थों में ऊष्मा के अन्तःप्रवेशन की गति का मावधानों से अध्ययन किया गया है, और इस ज्ञान से किसी पदार्थ के जीवाणु-हनन के लिए आवश्यक न्यूनतम समय निश्चय कर लिया गया है। इससे चीजों को अनावश्यक रूप से अधिक गरम करने से उनकी सुगन्ध एव रंग की जो हानि होती थी अब नहीं होने पाती। कृषिविज्ञान के प्रयोग के फलस्वरूप डब्रावन्दी के उपयुक्त फल और शाक भाजी बड़ी सरलता से उत्पन्न की जा सकी हैं। और इसकी वजह से भी इस उद्योग में विशेष प्रगति हुई है। यद्यपि किसी विशेष खाद्य पदार्थ की डब्रावन्दी की विस्तृत रीति जानने के लिए अन्य पुस्तकों एव साहित्य का अध्ययन करना पड़ेगा परन्तु यहाँ पर सामान्य प्रक्रिया का वर्णन किया जाता है। सबसे पहले पदार्थों को स्वच्छ करके उनके गुण और आकार के आधार पर उनका वर्गीकरण कर लिया जाता है। और तब वे स्वतः चालित तरीकों से डब्रों में भरे जाते हैं और उनमें यथावश्यकता शारुभाजियों के लिए लवणजल और फलों के लिए मिष्टोद डाला जाता है। इसके

बाद डब्बों को एक रेचन बक्स (एक्झास्ट वॉक) में रखा जाता है, और उसका ताप उस सीमा तक बढ़ाया जाता है जिससे डब्बे को बन्द करके साधारण ताप तक ठीी करने के बाद उसके अन्दर निर्वात अवस्था बनी रहे। तदनन्तर यंत्र द्वारा डक्कन को नचाकर डब्बों पर बैठ दिया जाता है और उन्हें या तो निपीड़तापक में रखकर अथवा उबलते जल में गरम करके उनका जीवाणुहनन किया जाता है। जीवाणुहनन की प्रक्रिया पर अम्लता का महत्वपूर्ण प्रभाव होता है। प्रबल अम्ल माध्यम में  $100^{\circ}$  फ० अथवा इससे भी नीचे ताप पर कुछ मिनट के लिए गरम करने से पदार्थों के परिरक्षी गुणों की पर्याप्त सुरक्षा हो जाती है। डब्बाबन्द फलों में बहुधा ऐसी अम्लता विद्यमान होती है। परन्तु शाकभाजी और मांस के लिए केवल इसी ताप तक गरम करना काफी नहीं होता, क्योंकि ऐमा करने से उनमें जीवाणु विकसित हो जाते हैं, जिमसे अधिकांश पदार्थ नष्ट हो जाता है। इसी वजह से मांस, मछली तथा शाकभाजियों का विधायन बबयनाक से काफी ऊपर ताप पर करना पड़ता है। कुछ वर्ष पहले तक डब्बा बन्द करने-वाले अपनी विधा में  $240^{\circ}$  फ० ताप का प्रयोग करते थे, किन्तु निपीड़-यन्त्रों के प्रचलन से अब पदार्थों को  $265^{\circ}$  फ० पर केवल कुछ मिनटों के लिए गरम करना अधिक अच्छा माना जाता है, क्योंकि इससे पदार्थों के गंध एव रंग में कोई प्रतिकूल परिवर्तन नहीं होता है। डब्बाबन्द सामानों के उच्च दाब विधायन में काफी सावधानी की आवश्यकता होती है क्योंकि ऐसी दसा में डब्बों के जोड़ों पर बड़ा जोर पड़ता है और इसकी वजह से आगे चलकर उनके चूने लग जाने की सम्भावना होती है। आजकल डब्बे के आन्तरिक दबाव के प्रतिसतुलन के लिए बाहर से उसी के बराबर हवा का दबाव डाला जाता है और इस प्रकार उन पर अधिक जोर पड़े बिना ही डब्बों का विधायन होता है और वे ठंडे किये जाते हैं।

डब्बों के सक्षारण (कोरोडन) की समस्या भी वैज्ञानिक अनुसन्धान का विषय रही है। इंग्लैंड के 'कैम्पडन रिसर्च स्टेसन' तथा अमेरिका के 'नेशनल कैनमें रिसर्च असोसियेशन' द्वारा किये कार्यों से इस विषय पर अच्छा प्रकाश पड़ा है। टिन-पट्टिकाओं के सक्षारण और विरजन को रोकने या कम करने के लिए विविध प्रकार के प्रलाक्ष (लैकम) इस्तेमाल किये जाने लगे हैं। उदाहरणार्थ, घातवीय सल्फाइडों के बनने से टिनपट्टिका के काले पड़ जाने को गंधकरोधी प्रलाक्षों से रोका जा सकता है।

सबद्ध उद्योग—इस अध्याय में प्रस्तुत उद्योग की उन शाखाओं का भी उल्लेख करना उचित है, जो साधारणतः फल, मांस, शाकभाजी, मछली वगैरह की डब्बाबन्दी के क्षेत्र के बाहर हैं किन्तु साक्षपरिरक्षण से सम्बन्धित हैं। गत कुछ वर्षों में समुक्त राज्य अमेरिका में हिमीकृत (फ्रोजन) और तुपारित (फ्रॉस्टेड) खाद्यों को टिनों या

काँच के बरतनों में भरने का उद्योग तेजी से बढ़ रहा है, और अभी हाल में इंग्लैण्ड के कारखानों में भी खाद्यो, विशेषकर शाकभाजियों, को इस विधा से परिरक्षित करने के लिए सघन लगाने लगे हैं। अमेरिका में सभ्यत प्रशीतित (रेफ्रिजरेटेड) सप्रहण की सुविधाएँ मौजूद होने के कारण ही यह विधा इंग्लैण्ड की अपेक्षा वहाँ अधिक सुगमता से अपनायी जा सकी। प्रचुर मात्रा में शाकभाजियों का हिमीकरण करके उनका परिरक्षण किया जाता है। चूँकि इस प्रक्रिया में पदार्थों को गरम नहीं करना पड़ता है, इसी लिए उनमें उनकी ताजी सुगन्ध पूरी तरह से बनी रहने की सम्भावना अधिक होती है।

डब्बों में बन्द मीठा सघनित दूध मुख्य डब्बाबन्द सामानों में भिन्न माना जाता है, क्योंकि इसका जीवाणुहन्तन ऊष्मोपचार से नहीं किया जाता। वस्तुतः इसका परिरक्षण इसकी आर्द्रता कम करके किया जाता है, जो डब्बाबन्दी के सिद्धान्तों से एकदम भिन्न है। मीठा सघनित दूध बड़ी भारी मात्रा में तैयार किया जाता है, इसी लिए यहाँ इसका विशेष उल्लेख किया गया है।

डब्बाबन्द बिअर भी दूसरी वस्तु है जिसका प्राविधिक एवं अन्य कारणों से यहाँ उल्लेख करना जरूरी है। डब्बाबन्द सामानों की सूची में इसका नाम अभी हाल में ही लिखा गया है। निर्यात की दृष्टि से ही इसका विशेष महत्त्व है। बिअर संकरी गरदन-वाले ऐसे धातु के पात्रों में भरा जाता है, जिनके भीतरी तल पर एक विशेष प्रकार के मोम का लेप किया रहता है। यह लेप एक रक्षक आवरण का काम करता है। डब्बों में भरकर ही इसका पाश्चरीकरण किया जाता है, तथा यह अपेक्षाकृत अधिक स्थायी भी होता है।

खाद्य उद्योग की अन्य शाखाओं की तुलना में सभ्यत डब्बाबन्दी उद्योग के विकास में विज्ञान ने कहीं अधिक महत्वपूर्ण कार्य किया है। रसायन, जीवाणुकी, कृषि रसायन, वनस्पतिविज्ञान, भौतिकी, औषधविज्ञान, इंजीनियरी—सभी ने इस उद्योग की उत्पत्ति और विकास में अपना अपना योगदान किया है। और आज यह अपने आर्थिक महत्त्व और विशिष्ट विकास के कारण एक प्रमुख उद्योग बन गया है। अंग्रेजी की एक कहावत है “सक्सेस कम्स इन् कैंस, नॉट इन् कैन नॉट।” जिस समय यह कहावत कही गयी होगी उस समय डब्बाबन्दी अर्थात् ‘कैंनिंग’ उद्योग का नामोनिशान भी न था, लेकिन इसके प्रारम्भ से ही ‘कैन’ (डब्बों) में निश्चित रूपेण सफलता प्रवेश कर गयी। (इस कहावत में दो-अर्थी शब्द “कैन” में ही विशेषाधिकार है, इसका अर्थ एक ओर “काम कर सकना” है तो दूसरी ओर “डब्बा” भी है—अनु०)

१९३९ में दूसरे महायुद्ध के शुरु होने से खाद्यपरिरक्षण-विज्ञान स्पष्ट रूप से

प्रगट हुआ और इसके गठन में सांख्यिकीय एवं रासायनिक इंजीनियरी के सभी प्राप्य प्राविधिक ज्ञान का प्रयोग करना पड़ा।

वे सभी उष्णदेशीय एवं उपोष्णदेशीय फल जो इंग्लैंड में डब्बाबन्द तथा ताजी दोनों अवस्थाओं में लोकप्रिय हो गये थे, एकाएक बाजार से एकदम गायब हो गये। और परम लोकप्रिय केले जो वातसंग्रहण संयंत्र (गैस स्टोरेज प्लाण्ट) लगे जहाजों में भर भरकर इंग्लैंड में आते थे, केवल अतीत की कहानी मात्र रह गये। कारण यह था कि जहाज तो एक मात्र आयुधों और अनिवार्य खाद्य पदार्थों के ढोने में ही लग गये। फलतः ब्रिटिश डब्बाबन्दी उद्योग को स्वदेश में उत्पन्न वस्तुओं से ही अपने देश की आपाती आवश्यकता की पूर्ति करनी पड़ी। मृदु फलों का प्रयोग तो अधिकांशतः जैम बनाने के लिए होने लगा और डब्बाबन्द करनेवालों ने आलूबोखारा (जो अन्यथा नष्ट हो जाते), भटर तथा बीन ही डब्बों में भरकर आपात का सामना किया। इस प्रकार इंग्लैंड में उत्पन्न बहुमूल्य वस्तुओं का परिरक्षण करके युद्धकाल में वर्ष के बारहो महीने भोजन को संतुलित बनाये रखने में बड़ी सहायता मिली। इनकी अनुपूर्ति ब्लैक करेण्ट (कृष्णपाक बदरी) और हिप (श्वपाटल फल) के, जिनमें विटामिन सी प्रचुर मात्रा में होता है, मिण्टोदों को बोतलों में भरकर भी की गयी। ये मिण्टोद खाद्यमंत्रालय (इंग्लैंड के) के नियंत्रण में विशेष कर बच्चों को दिये जाते थे। बड़ी बड़ी प्राविधिक कठिनाइयों के होते हुए भी ये कार्य किये गये हैं और कठिनाइयों का सफलतापूर्वक सामना किया गया। दिनपट्टिकाओं के स्वान पर प्रलास लेप की हुई काली पट्टिकाओं का प्रयोग ऐसे प्रयास का उत्तम उदाहरण है।

युद्धकाल में आहार की अति सीमित उपलब्धि के समय देश के स्वास्थ्य का स्तर ऊँचा बनाये रखने में डब्बाबन्दी उद्योग ने निश्चित रूपेण बड़ा महत्वपूर्ण योगदान किया है।

### ग्रन्थसूची

- APPERT, N . *Le Livre de tous les Menages ou l' Art de Conserver pendant plusieurs annes toutes les Substances Animales et Vegetales.*  
 CAMPBELL, C H . *Text Book on Canning, Preserving and Pickling.*  
*"Canning Age"*  
 DRUMMOND, J. C., AND WILBRAHAM, A. . *The Englishman's Food.*  
 Jonathan Cape, Ltd



JONES, OSMAN : *Modern Methods of Food Preservation*. Royal Institute of Chemistry.

SAVAGE, W. G., AND HUNWICK, R. F. : *Food Investigation Special Reports*, Nos. 11, 13 and 16. H. M. Stationery Office

WOODCOCK, F. H. : *Canned Foods and Canning Industry* Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd.

## शीत संग्रहण

खाद्य पदार्थों के परिरक्षण के लिए उनका शीत संग्रहण<sup>१</sup> भी बड़ा महत्वपूर्ण विषय है। पिछले कुछ वर्षों में मांस, फल और शाकभाजी बगैरह<sup>२</sup> जैसे अनेक खाद्यों के परिरक्षण के लिए इस विधा (प्रक्रिया)<sup>३</sup> का सफल प्रयोग किया गया है।

अब कुछ समय से बरफ के स्थान पर प्रशीतन सयन्त्रों का ही प्रयोग होने लगा है। अजलीय अमोनिया, सल्फर डाइ आक्साइड, कार्बन डाइ आक्साइड, मिथिल क्लोराइड मद्धा रासायनिक यौगिक जब द्रव में गैसीय कला<sup>४</sup> में परिवर्तित होते हैं तब उनके आयतन के प्रसरण के अनिश्चित वे पर्याप्त मात्रा में उत्पन्न भी ग्रहण कर लेते हैं, जिसके फलस्वरूप उनके आसरास का वातावरण अत्यन्त ठंडा हो जाता है। इसी वैज्ञानिक तथ्य का वाणिज्यिक उपयोग करके प्रशीतन सयन्त्र (रेफ्रिजरेशन प्लाण्ट) तैयार किये गये हैं। इन सयन्त्रों की सहायता से ताप बड़ी मरलता में नियंत्रित किया जा सकता है। प्रशीतन सग्रहालय या तो सीधे इन्हीं सयन्त्रों से ठंडे किये जाते हैं या प्रशीतकों द्वारा शीतित लवण-जल को परिचालित करके उन्हें ठंडा किया जाता है।

खाद्य 'जीवित' तथा 'मृत' ऊतक (टिश्यू) वाले दो वर्गों में विभाजित किये जा सकते हैं—फल और शाकभाजी 'जीवित ऊतक' वाले वर्ग के हैं और मांस मछली 'मृत ऊतक' वाले खाद्य हैं। जीवित ऊतक वाले पदार्थों का सफल परिरक्षण करने के लिए यह आवश्यक है कि संग्रहण का ताप इतना कम न हो कि उनकी कोशिकाओं का द्रव जम जाय, क्योंकि इससे ऊतक मर जाते हैं। पान्ना गारे टूट गेव और आर्द्र इस प्रकार के परिवर्तन के बड़े परिचित उदाहरण हैं। इसलिए फल तथा शाकभाजी के संग्रहण के लिए उच्चतम ताप हिमांक से ऊपर यानी ३४-३६° फ० होना है। केले जैसे उष्णदेशीय

<sup>१</sup> Cold storage

<sup>२</sup> Process

<sup>३</sup> Gaseous state

फलों के लिए तो  $45^{\circ}$ — $60^{\circ}$  फ० का ताप प्रयोग किया जाता है। ऐसी अवस्था में संग्रह करने से श्वसन (रेस्पिरेशन) और पकने जैसी साधारण जीवनप्रक्रियाएँ एक दम बन्द नहीं होती, वे केवल धीमी पड़ जाती हैं। परन्तु मांस जैसे मृत ऊतकवाले पदार्थों के संग्रहण की समस्या सर्वथा भिन्न है। उन्हें तो यथासंभव शीघ्र अति न्यून ताप ( $15^{\circ}$  फ०) पर जमा देना पड़ता है, जिससे कोशस्थित द्रव के जमने से वरफ के छोटे-छोटे केलास बन जायें और मांस का गठन (टेक्चर) सुन्दर बना रहे।

गत वर्षों में पदार्थों पर संग्रहण की विभिन्न परिस्थितियों के प्रभावों का विशेष अध्ययन किया गया है। (इस सबन्ध में एच० एम० स्टेशनरी आफिम द्वारा प्रकाशित 'फूड इन्वेस्टिगेशन रिपोर्ट' (१९३१) देखिए।) आपेक्षिक आद्रता और हवा का निबन्ध निषन्न करना भी तापनिषन्न के समान महत्वपूर्ण है। इन्हीं अनुशीलनों के फलस्वरूप फलों और शाकभाजियों के लिए आधुनिक गैस-संग्रहण रीति का प्रयोग होने लगा है।

कुछ समय पूर्व तक प्रशीतन रीति का प्रयोग मुख्यतः थोक बाजारों में होता था, क्योंकि इससे शाकभाजी एवं मांस को अच्छी दशा में सुदूर देशों में भेजना संभव हुआ था। लेकिन अब संयुक्त राज्य अमेरिका में और इंग्लैंड में खुदरा बाजार में भी प्रशीतन का प्रयोग होने लगा है, जिसके फलस्वरूप 'हिमीकृत पोटली' (फ्रोजेन पैक) वाले फल और शाकभाजी उपभोक्ताओं को मिलने लगे हैं। खुदरा बाजार में प्रशीतन के प्रचलन से वितरण की समस्याएँ उत्पन्न हुई हैं और अब खुदरा विक्रेताओं को भी प्रशीतन संग्रहण का प्रबन्ध करना आवश्यक हो गया है।

## ग्रन्थसूची

AMERICAN SOCIETY OF REFRIGERATION ENGINEERS • *Refrigerating Data Book*, Part. V.

FOOD INVESTIGATION BOARD, REPORTS OF H. M. Stationery Office

## यवासवन; ऐलकोहॉल; मदिरा और स्फिरिट

जार० एच० हॉफ्मन्स, डी० एन-सी० (बर्मि०), एफ० जार० आई० मी०

प्रौद्योगिक समस्याओं के हल के लिए वैज्ञानिक अनुसन्धानों के महत्त्व का अनुभव सबसे पहले यद्य मदिरा अर्थात् "माल्टेड लिक्वर" के उत्पादन में ही किया गया था। किन्तु आगे चलकर इन अनुसन्धानों से केवल इन्हीं उद्योगों को लाभ नहीं हुआ बल्कि ये कार्य इतने सारगर्भित मिश्र हुए कि रसायनविज्ञान में 'किण्वन' का एक नया क्षेत्र ही बन गया। कालान्तर में चमड़े, तम्बाकू, खाद्य पदार्थ और अन्य कितने उद्योगों में किण्वन का विशेष प्रयोग होने लगा। यह सब यवासवन अर्थात् 'ब्रूइंग' के अध्ययन का ही फल है।

मिख में ४०००-३००० ई० प० से ही ऐलकोहॉलीय पेयों की प्रथा प्रचलित थी। जहाँ द्राक्षा उत्पादन के लिए परिस्थितियाँ अनुकूल न थी, उन सभी देशों में अगूरी मदिरा के स्थान पर यही मदिरा सेवन की जाती थी। ग्रीक मिख-वासियों ने भी नील की घाटी में अगूर लगाएँ लगा रखी थी, परन्तु सम्भव इसके क्षेत्र परिसीमित होने के कारण अन्य भागों में यद्य मदिरा के यवासवन की प्रथा प्रचलित थी। ब्रिटेन को मब-प्रथम किण्वित मदिरा 'बीड' के नाम से प्रसिद्ध थी, यह मधु से बनती थी। सत्पश्चात् यद्य में 'बिअर' और सेब से 'बीडर' बनायी जाती थी। ये तीनों मदिराएँ रोमनों के आक्रमण के समय इंग्लैण्ड के दक्षिणी भाग में प्रचलित थी। यह भी कहा जाता है कि रोमनों ने बिअर निर्माण में बड़ी उन्नति की। आगे चलकर बिअर उस देश का राष्ट्रीय पेय बन गया। मध्यकालीन युग में तो अनेक शुल्क एवं कर बिअर तथा यद्य मदिरा के रूप में ही चुकाये जाने थे। महारानी एनीबोय के राज्यकाल में नगरपालिका में एक मुरा-स्वादक यानी 'एल टेस्टर' की भी नियुक्ति होती थी। स्ट्रैटफोर्ड-ऑन-एवन में इस पद पर विलियम शेक्सपियर के पिता नियुक्त हुए थे। मुरा-स्वादकों का काम यह था कि वे 'बिअर' और 'एल' की स्वाद-भरीक्षा करके यह बतायें कि वे सुन्दर, सुस्वादु एवं स्वास्थ्यकर हैं तथा उचित मूल्य पर बेची जाती हैं अथवा नहीं। परन्तु आजकल यह काम रासायनिक विश्लेषकों का माना जाता है, क्योंकि जबसे बिअर और एल उत्पादन-शुल्क लगनेवाली वस्तुएँ मानी गयीं तब से मुरा-स्वादकों की नियुक्ति बन्द कर दी गयी।

शताब्दियों तक यवासवन-कला का विज्ञान बिना वैज्ञानिक सहायता के ही हुआ;

परिणामतः कुछ रीतियों के फल उत्तम और कुछ के मध्यम अथवा निकृष्ट होते थे। इन तथ्यों की जानकारी के लिए इस क्षेत्र में भी विज्ञान का प्रवेश हुआ। यवासवनियों (ब्रूअरीज) में कच्चे माल से उत्पादन की मात्रा एवं उत्तमता बढ़ाने में और उपजातो का उचित उपयोग करने में रसायनज्ञ को सफलता मिली। तदनन्तर इस विषय के आधारभूत एवं प्राविधिक अनुसन्धान-कार्य में बराबर वृद्धि होती गयी जिसका परिणाम यह हुआ कि यवासवक (ब्रूअर) की कला केवल कला मात्र न रहकर एक वैज्ञानिक प्रक्रिया बन गयी।

यवासवक के लिए जल की उपलब्धि का भी एक महत्वपूर्ण प्रश्न है, क्योंकि जल की अशुद्धियों का उससे बनी मदिरा पर बड़ा प्रभाव पड़ता है। उदाहरणार्थ बर्टन में बनी 'पेल एल' की उत्तमता का मुख्य कारण वहाँ के कुओ के जल में कैल्सियम और मैग्नीसियम सल्फेटो की उपस्थिति है। परन्तु 'स्टाउट' और 'पोटर' मुराओ का यवासवन लन्दन और डबलिन के मृदु जल से अधिक अच्छा होता है। कभी-कभी हानिकारी कार्बोनेटो को निकाल कर अथवा उन्हें उदासीन करके तथा कुछ अन्य आवश्यक वस्तुएँ डालकर किसी स्थान विशेष के जल को विभिन्न प्रकार की बिअर के यवासवन के लिए उपयुक्त बनाया जा सकता है। परन्तु यह उद्योग अधिकांशतः उन्ही क्षेत्रों में स्थापित हुआ जहाँ के जल के लिए किसी विशेष उपचार की आवश्यकता न थी।

जौ से बिअर बनाने की तीन मुख्य क्रियाएँ होती हैं—(१) जौ से यब्य अर्थात् माल्ट बनाना, (२) यब्य से आक्वाथ (इन्फ्यूजन) तैयार करना (इस आक्वाथ को किण्वक (वर्ट) कहते हैं), (३) किण्वक का यीस्ट के द्वारा किण्वन करना। भिंगोये हुए जौ को आर्द्र वायु में रखकर अकुरित किया जाता है और जब अकुर एक निश्चित सीमा तक बढ़ जाता है तब उसे थोड़े ऊँचे ताप पर सुखा करके उसका अकुरण समाप्त कर दिया जाता है, इसी को यब्य (माल्ट) कहते हैं। यब्य तैयार करने की इस विधा (प्रक्रिया) में कई दिन लग जाते हैं। इस उपचार का अन्तिम ताप पदार्थ के वाछित गुणोपर निर्भर करता है और  $49^{\circ}$  से  $110^{\circ}$  तक हो सकता है। आक्वाथ जिसे किण्वक (वर्ट) कहते हैं, बारीक पिसे यब्य (माल्ट) को पानी में अच्छी तरह मिला कर और  $60^{\circ}$  से  $90^{\circ}$  पर कुछ समय तक रखकर तैयार किया जाता है। इस प्रकार तैयार किये गये किण्वक को छानकर उबाल लिया जाता है जिससे उसका जीवाणुहनन हो जाय, तब उसमें यब्यकटु (हॉप्स) डाला जाता है जिससे उसमें कुछ तिक्त गंध आ जाय और उसका परिरक्षी गुण बढ़ जाय। किण्वक को स्वच्छ करके शीतको एवं प्रशीतको द्वारा उसे ठंडा किया जाता है और तब यीस्ट डालकर किण्वन शुरू किया जाता है।

अकुरण के समय जौ में डायस्टेज नामक एक सत्रिय पदार्थ उत्पन्न हो जाता है।

इस डायस्टेज में स्टार्च को डेक्स्ट्रीन और माल्टोज नामक एक शर्करा के रूप में बदलने की शक्ति होती है। यवात्रो के अकुरण काल में प्रोटीन पदार्थों के खण्डन से और सरल यौगिक उत्पन्न होते हैं तथा स्टार्च ऐसा रूप ग्रहण कर लेता है कि उस पर डायस्टेज की क्रिया अधिक सरलता से हो सके। यव्य यानी माल्ट के आववाधन के समय डायस्टेज द्वारा स्टार्च के परिवर्तन से डेक्स्ट्रीन और शर्करा उत्पन्न होती है, जिसका एक उचित सीमा तक यीस्ट द्वारा किण्वन होता है। यव्य में उसके समस्त स्टार्च के परिवर्तन के लिए आवश्यक मात्रा से डायस्टेज कहीं अधिक होता है, अतः पानी मिलाने के पहले उसमें दले हुए चावल या दली हुई मकई के रूप में अतिरिक्त स्टार्च मिला दिया जाता है, जिसमें ऐल्कोहल की उत्पत्ति बढ़ जाती है। यदि आवश्यक हो तो किण्वक (वर्ट) में अपवृत्त शर्करा (इन्वर्ट सूगर) अथवा ग्लूकोज डालकर भी उसमें शर्करा की मात्रा बढ़ायी जा सकती है। इस प्रकार के बाहरी पदार्थों को डालने से बिअर के लक्षण और गुणों में अन्तर पड़ता है, जो स्थान-स्थान के लोगों के अनुकूल होता है। अपवृत्त शर्करा में डेक्स्ट्रोज और लेबुलोज नामक समान मात्रावाली दो किण्व्य (फर्मण्टेबल) शर्कराएँ होती हैं। अपवृत्त शर्करा बनाने के लिए ईस शर्करा को तनु खनिजाम्लो के साथ उबालना पड़ता है। स्टार्च पर तनुकृत खनिजाम्लो की जलाशन क्रिया के फलस्वरूप ग्लूकोज उत्पन्न होता है। जलाशित शर्करा में डिक्स्टोज और माल्टोज दो शर्कराएँ होती हैं तथा एक अन्तस्थ पदार्थ, डेक्स्ट्रीन होती है। यवासवको द्वारा प्रयुक्त ग्लूकोज में ६०—७०% किण्व्य शर्कराएँ होती हैं।

उबालने से किण्व्यक (वर्ट) का जीवाणुह्वन एव साधन होता है और साथ ही कुछ जटिल प्रोटीनों का अवक्षेपण होने से वे अलग हो जाते हैं। इसके अलावे उबालने से डायस्टीय क्रिया बन्द हो जाती है। इसी अवस्था में 'हॉप्स' अर्थात् यव्यकटु मिलाया जाता है, जिसमें से सुगन्धित एव परिरक्षी पदार्थों का निस्सारण होता है। हॉप्स में एक पीले रंग का कणात्मक चूर्ण होता है, जिसे 'लुपुलीन' कहते हैं, यवासवको की दृष्टि से यह सबसे महत्वपूर्ण घटक है। नये हॉप्स में १५% या इससे अधिक अनुपात में लुपुलीन होता है, इसके अलावा कुछ रेजीन तथा कटु तत्त्व भी होते हैं, जिनसे बिअर में सुगन्धि आती है तथा उसका परिरक्षण होता है। उसमें कुछ वाष्पशील तेल भी होते हैं जिनके कारण सुगन्धि और अच्छी हो जाती है।

<sup>1</sup> Invert    <sup>2</sup> Diluted    <sup>3</sup> Hydrolytic action    <sup>4</sup> Wort

<sup>5</sup> Precipitation    <sup>6</sup> Constituent

यीस्ट किण्वन से शर्करा का रूपान्तरण होता है और ऐल्कोहॉल तथा कार्बन डाइ आक्साइड उत्पन्न होते हैं। उपयुक्त पोषण प्राप्त होने पर यीस्ट की वृद्धि एवं शर्कराओं पर उसकी क्रिया की ओर वैज्ञानिकों का ध्यान वर्षों पूर्व आकृष्ट हुआ था, लेकिन ऐल्को-हॉलीय किण्वन के वर्तमान ज्ञान तथा उसके स्पष्टीकरण का श्रेय पास्तूर को है। वस्तुतः उन्होंने इसकी नींव जमायी और यह बताया कि यीस्ट एक ऐसा प्राणी है जो कुछ दशाओं में वायुमण्डलिक आक्सीजन के बिना भी जीवित रह सकता है। इसका विशेष कारण यह है कि उसे शर्कराओं से ही आक्सीजन प्राप्त हो जाता है। इसीलिए प्रत्यक्षतः आक्सीजन की अनुपस्थिति में यीस्ट की किण्वन क्षति पूर्ण रूप से कार्यशील होती है। आगे चलकर ऐड्रियन जे० ब्राउन के अनुसन्धानों से ज्ञात हुआ कि यह सिद्धान्त कुछ बातों में सही नहीं था, लेकिन वर्तमान सिद्धान्त पास्तूर द्वारा बनायी गयी प्रारम्भिक हपरेखा के माथ अवश्य मेल खाता है। १८९७ में बुखनर ने यह दिखाया कि किण्वन के लिए जीवित यीस्ट कोशिकाओं की आवश्यकता नहीं होती बल्कि यीस्ट पर भारी दबाव डालकर निस्मारित द्रव से ही काम चल जाता है। उन्होंने यह सिद्ध कर दिया कि किण्वन का मुख्य कारक 'ज़ाइमेज' नामक एक एंजाइम है। विशेषकर हार्डन द्वारा यीस्ट रस से किये गये अनुसन्धान इस दिशा में काफी उपयोगी सिद्ध हुए हैं। ज़ाइमेज कोई एक तत्त्व नहीं बल्कि अनेक एंजाइमों का मिश्रण होता है। इन एंजाइमों द्वारा स्वरित (ऐन्सिलरे-टेड) रासायनिक प्रतिक्रियाओं के बारे में अब लोच भलीभाँति समझ गये हैं। ये प्रक्रियाएँ प्राणी-शरीर की कार्यरत मासपेशियों में होनेवाली प्रक्रियाओं से बहुत मिलती जुलती हैं। मासपेशी में एक एंजाइम की कमी होती है, इसीलिए ऐल्कोहॉल और कार्बनिक अम्ल गैस न उत्पन्न होकर प्रक्रिया लैक्टिक अम्ल की अवस्था पर ही रुक जाती है। वस्तुतः जीवित यीस्ट में एक निर्जीव, किन्तु सक्रिय पदार्थ होता तथा उत्पन्न होता रहता है, जिसमें शर्करा को परिवर्तित कर ऐल्कोहॉल तथा कार्बनिक अम्ल गैस उत्पन्न करने की शक्ति होती है। किण्वक अर्थात् 'बर्ट' में होनेवाले कुछ खाद्य पदार्थों द्वारा पोषण होने से यीस्ट की वृद्धि एवं विकास भी होता रहता है। यीस्ट की वृद्धि के लिए आवश्यक रासायनिक तत्त्वों और यौगिकों तथा वातन<sup>१</sup> और उसकी प्रतिक्रिया जैसी अन्य परिस्थितियों के सन्ध में किये गये अनुसन्धान कार्य न केवल यवासवकों के लिए ही सहायक हुए हैं वरन् रोटीवालों के लिए यीस्ट उत्पादन की वर्तमान रीति एवं प्रविधि भी उन्हीं से प्राप्त हुई है।

**क्षेप्य पदार्थों का उपयोग**—मूखा यीस्ट पशु-श्चाद्य के लिए प्रयुक्त होता है तथा मास-निस्सार<sup>१</sup> का एक उत्तम प्रतिस्थापक<sup>२</sup> है, क्योंकि मास-निस्सार में भी वी वर्ग के विटामिन तथा अन्य मूल्यवान् पदार्थ होते हैं। किण्वन में प्राप्त कार्बन डाइ आक्साइड को मपीडित करके विजर और खनिज जलों के वातन के लिए उसका उपयोग किया जाता है।

पाव रोटी बनानेवालों के लिए यीस्ट का उत्पादन विशेष रूप से करना पड़ता है, क्योंकि यवासवनियों में इस्तेमाल होनेवाला यीस्ट उनके लिए उपयुक्त नहीं होता, उसमें सीजी गंध होती है जो रोटी के लिए बाधित नहीं होती। यह यीस्ट मपीडित करके बेचा जाता है। मैदे में विद्यमान शर्कराय पदार्थों के किण्वन में उत्पन्न कार्वनिक अम्ल गैस के कारण ही पिष्ट में खमीर उठती है। यद्य जौ से किण्वक बना लेने के बाद शेष बचे अविलेय पदार्थों को मूनरों को खिलाने के लिए इस्तेमाल किया जाता है।

मिरका बनाने के लिए कुछ उपयुक्त मदिराओं तथा सीडर जैसे अन्य विष्विन फलरसों को बायु की उपस्थिति में खटाया जाता है। यद्य मिरका (मान्टेड विनीगर) भी लगभग उसी तरह बनाया जाता है जैसे विजर का यवासवन किया जाता है, भेद केवल यह है कि वह हाप्स के माव नहीं उठारा जाता। उसे विशेष चुम्ब्रयों (एम्पिफायर्स) में डालकर खटाया जाता है। इस उपचार में जीवाणुओं द्वारा ऐल्कोहॉल का आक्सीकरण होने से एमेटिक अम्ल बन जाता है।

**ऐलकोहॉल**—यह एक अत्यन्त महत्त्वपूर्ण रसायनिक द्रव्य है। रसायनज्ञों के लिए प्रयोगशालाओं तथा औद्योगिक क्षेत्रों में यह एक विलायक के रूप में बड़ी ही उपयोगी वस्तु है। पारदर्शक मावून, वानिग, फ्रेंच पायिश, कोलोडियन और सेलुलाइड के निर्माण में इसका विशेष स्थान है। मोटर स्पिरिट के एक सघटक के रूप में भी इसका उपयोग दिनोदिन बढ़ता जाता है। कंगोरोफार्म, जायोडोफार्म, फग्मिनेट्म, ईयर तथा एमेटिक अम्ल इत्यादि के उत्पादन में यह प्रयुक्त होता है। एमेटिक अम्ल का रेशान और सेलुलोज एसिटेट निर्माण में प्रचुर प्रयोग होता है। बीठी मदिरा, सुगन्धों, सूक्ष्म रसद्रव्यों तथा भेषजों के निर्माण में बड़ी उच्च शुद्धता के ऐलकोहॉल की आवश्यकता होती है और इसके बनाने में काफी अधिक खर्च पड़ता है।

आन्, मर्क और क्षेप्य काष्ट (वेस्ट वुड) जैसी मृत्ती स्टार्ची चीजों से ऐलकोहॉल बनाया जाता है, परन्तु इसके बनाने के लिए सबसे उपदेय वस्तु नीरा है। स्टार्ची

पदार्थों को प्रायः ५% यब्य (माल्ट) के साथ मिलाकर मसल दिया जाता है और फिर साधारण रीति से किण्वन किया जाता है। किण्वित द्रव में ५-७% ऐलकोहाल तैयार हो जाता है। 'काफे स्टिल' में डालकर इस द्रव का आसवन किया जाता है। आसुत द्रव की तीन श्रेणियाँ होती हैं - (१) प्रथम धावन (फर्स्ट रनिंग्स), (२) प्रथम श्रेणी स्पिरिट, तथा (३) द्वितीय श्रेणी स्पिरिट। प्रथम धावन में ९५% ऐलकोहाल के साथ थोड़ी मात्रा में ऐल्डीहाइड भी होता है; यह भाग जलाने के काम में आता है अथवा ऐसी निर्माण विधाओं में इस्तेमाल किया जाता है, जिनमें इसकी अशुद्धियों में अधिक हानि नहीं होती। प्रथम और द्वितीय श्रेणी स्पिरिट में ९६-९७% ऐलकोहाल तथा लेश मात्रा में ऐल्डीहाइड होता है। द्वितीय श्रेणी में थोड़ा फ्युजल तेल भी होता है। प्रथम और द्वितीय श्रेणी स्पिरिट को 'साइलेण्ट स्पिरिट' भी कहते हैं। यह प्रायः मीठी मदिरा, कृत्रिम ब्राण्डी और ह्विस्की के रूप में पीने के लिए प्रयुक्त होती है। भौजिक पदार्थों के बनाने में भी इसका प्रयोग होता है। 'पेटेण्ट स्टिल' से बनी स्पिरिट अधिकांशतः उद्योगों में सपत्ती है।

ऐजियोट्रोपिक आसवन का विकास अभी हाल में हुआ है। इस विशिष्ट विधा से अनासुत किण्वक से भी एक ही आसवन में ९९% या इससे भी अधिक प्रबलतावाला प्रकेवल (ऐब्सोल्यूट) ऐलकोहाल बना लेना सम्भव हुआ है। इस विधा से प्रकेवल ऐलकोहाल बनाने के लिए किण्वक में थोड़ी बेन्जीन मिलाकर आसवन किया जाता है। इससे पहले जल सहित कुछ वाष्पशील सघटकों का आसवन होता है और बाद में प्रकेवल ऐलकोहाल का आसवन होने लगता है। अन्यथा पेटेण्ट आसोत्र<sup>१</sup> से बनी स्पिरिट में पोटामियम एसिटेट, सोडियम एसिटेट अथवा कैल्सियम सल्फेट-जैसे रसद्रव्यों को डाल कर उसका निर्जलीकरण करके आसवन करने से प्रकेवल<sup>२</sup> ऐलकोहाल प्राप्त होता है।

औद्योगिक स्पिरिट (शुद्ध स्पिरिट तथा प्रथम धावन<sup>३</sup>) को अपेक्षित बनाने के लिए उसका विकरण (डिस्टिलेशन) आवश्यक होता है। इसके लिए उसमें कुछ ऐसे वननकारी पदार्थ डाले जाते हैं जो सरलता से पृथक् न किये जा सकें। इस प्रयोजन से डाले गये पदार्थों का उन विधाओं (प्रक्रियाओं) पर, जिनमें ऐसी स्पिरिट प्रयुक्त होती है, कोई प्रतिकूल प्रभाव भी न पड़ना चाहिए। बहुत से देशों में ऐसी विकृत स्पिरिट का कर-मुक्त विक्रय होता है, क्योंकि यदि ऐसी मुविधा उपलब्ध न हो तो अधिकांश उद्योगों में बड़ी बाधा पड़े।

<sup>१</sup> Still (distilling)<sup>२</sup> Absolute.<sup>३</sup> First running.



मिथिलीयित स्पिरिट भी करमुक्त होती है, और शुद्ध स्पिरिट के स्थान पर यह क्लोरोफार्म तथा वानिल के निर्माण में तथा घासीर प्रादुर्भाव (एनॉटॉमिकल स्पेसिमेन) के परिरक्षण के लिए प्रयुक्त हो सकती है। पहले शुद्ध स्पिरिट में १०% मिथिल ऐलकोहॉल डालकर ही मिथिलीयित स्पिरिट बनायी जाती थी। मिथिल ऐलकोहॉल को 'उड स्पिरिट' भी कहते हैं क्योंकि यह लकड़ी के भजक आगवन में प्राप्त होता था। उड स्पिरिट की बड़ी तीव्र और जलती हुई गंध होती है तथा उसमें ऐसे पदार्थ होते हैं, जिनके स्वाद एवं महक दोनों बड़े अरुचिकर होते हैं। ऐलकोहॉल में उड-स्पिरिट डालने से उसकी औद्योगिक उपयोगिता में कोई अन्तर नहीं पड़ता और साथ ही साथ वह सरलता एवं लाभप्रद तरीकों में अलग भी नहीं की जा सकती। ऐलकोहॉल का विकरण ही उड स्पिरिट का मुख्य प्रयोग है, यद्यपि यह रेडीनों के विलायक के रूप में तथा रजकों के निर्माण में भी इस्तेमाल होती है। रजकों के निर्माण में इसका  $\text{CH}_3$ , मूलक बड़े महत्त्व का होता है, क्योंकि मिथिल ऐनिलीन और डाइमिथिल ऐनिलीन-जैसे अन्तस्त्र पदार्थों के सघटक के रूप में इसका मुख्य भाग है, और ये पैठिक पदार्थ मिथिल बायलेट, मैलाकाइट ग्रीन और मिथिलीन ब्लू-जैसे पैठिक रजकों के निर्माण में मुख्यतः प्रयुक्त होते हैं। मिथिल बायलेट का इस्तेमाल प्रायः संलेखन, प्रतिलिपीकरण एवं मुद्रलेखन के लिए रोशनाई बनाने में होता है। कालान्तर में उड स्पिरिट के निस्सारण और शोधन की रीतियाँ इतनी उन्नत हो गयीं कि मिथिल ऐलकोहॉल अपनी शुद्धता के कारण ऐलकोहॉल के विकरण के लिए अनुपयुक्त हो गया। फिर भी यह इस काम के लिए इस्तेमाल किया जाता है, लेकिन अब इसके साथ कुछ और भी अरुचिकर वस्तुओं का मिलाना आवश्यक हो गया। उदाहरणार्थ मिथिल ऐलकोहॉल के साथ-साथ ०.८००० आपेक्षिक घनत्ववाली पैराफीन ( $\frac{3}{4}\%$ ) भी मिलायी जाती है। लेकिन पैराफीन कुछ निर्माण विधाओं में विघ्न उत्पन्न करती है, जैसे, पानी के साथ मिलाये जाने पर गंदलापन पैदा करना तथा अन्य कामों में सनोपप्रद फल न देना। इन अमृविधाओं को कम करने के लिए अब बहुत से अन्य प्रकार की विवृत स्पिरिट बनने लगी है, जिनमें उड स्पिरिट (२-१०%) के साथ निर्माण विधा विशेष के अनुसार विभिन्न अरुचिकर पदार्थ मिलाये जाते हैं। पारदर्शक सावुन बनाने के लिए प्रयुक्त ऐलकोहॉल में उड स्पिरिट, अण्डा का तेल और कास्टिक सोडा डालकर उसका विकरण किया जाता है। इसी प्रकार मरकरी फ्लुमिनेट बनाने के लिए उड स्पिरिट और पिरिडीन का मिश्रण

तथा सेन्दुलायड बनाने के लिए उड स्पिरिट, कपूर और बेंजीन का मिश्रण ऐलकोहॉल के विकर्ता (डिनेचरेण्ट) के रूप में इस्तेमाल किया जाता है।

ग्रेट ब्रिटेन में मिथिलीयन स्पिरिट के नाम पर निम्नलिखित स्पिरिट आधिकारिक रूप से मान्य है :

(१) औद्योगिक स्पिरिट—इसमें ५% या अधिक उड स्पिरिट अर्थात् उड-नैप्था या उपर्युक्त विकर्ताओं में से अन्य कोई होता है।

(२) खनिजायित स्पिरिट (मिनरलाइज्ड स्पिरिट)—इसमें उड स्पिरिट, अनरिफ़्यूत पिरोडोन और पेट्रोलियम नैप्था होता है और यह मिथिल वायलेट से रजित होती है।

(३) चालन स्पिरिट यानी 'पावर स्पिरिट'—यह प्रायः नं० २ की तरह होती है, लेकिन इसमें डेंजॉल और कोई लाल रजक होता है।

मदिराएँ—अगूर रस के किण्वन से मदिराओं के उत्पादन का उद्योग बड़ा प्राचीन है। 'वाइन' भी हिब्रू के उन बहुत से शब्दों में से है, जिनका अनुवाद बाइबिल में हुआ है। इसका सवन्ध 'नोआ' से बताया जाता है। कहा जाता है कि जब उसने किसानी प्रारम्भ की तो अगर लताएँ लगाई और उनकी मदिरा पीकर मस्त होता था। आज से ५-६ सहस्र वर्ष पूर्व किण्वित अगूर रस प्राचीन मिश्रवासियों का प्रिय पेय रहा है।

अगूर रस के स्वतः किण्वन से मदिरा बनायी जाती है। किण्वन प्रेरित करनेवाला प्राणी अगूरों के छिलकों पर बहुतायत से रहता है। यह प्राणी अगूर-रस का बड़ी द्रुत गति से किण्वन करता है। जब श्वेत मदिरा बनानी होती है तब अगूर के बीज और छिलके अलग कर दिये जाते हैं, क्योंकि लाल मदिरा का रंग, किण्वन काल में उत्पन्न ऐलकोहॉल द्वारा इसी में से निस्सारित होता है। बीजों और छिलकों से थोड़ी टैनीन भी प्राप्त होती है, जो लाल मदिराओं का परिरक्षण करती है तथा उनमें रज्जुता (रोपीनेम) नहीं उत्पन्न होने देती। शेम्पेन-जैसी उत्स्फुरक मदिरा तैयार करने के लिए 'स्टिल वाइन' में शर्करा मिला कर तथा बोतलों में भरकर उसका दूसरी बार किण्वन किया जाता है। साव रंगत मदिरा में ७-१७% ऐलकोहॉल के अतिरिक्त थोड़ी मात्रा में शर्करा, वाइटारस्टेटे ऑफ पोटाश, ग्लिसरीन, सुगन्धित वस्तु तथा कुछ अन्य पदार्थ भी होते हैं। यदि किसी विलयन में उसके भार के ३०% अनुपात से अधिक शर्करा हो तो उसमें यीस्ट द्वारा किण्वन नहीं हो सकता, इसी प्रकार १६-१७% ऐलकोहॉल की उपस्थिति में भी यीस्ट की क्रिया अवरुद्ध हो जाती है। इससे स्पष्ट है कि किण्वित द्रव में इस सीमा से अधिक ऐलकोहॉल नहीं हो सकता। और अगर इससे ऊँचा प्रचलता की मदिरा तैयार करनी हो तो केवल आमुत स्पिरिट मिलाने से ही बन सकती है।

इसीलिए किष्पिन रीति से बनायी गयी सबसे तेज मदिरा, 'पोटे वाइन' में १६-१७% से अधिक ऐलकोहॉल नहीं होता, परन्तु इसमें उपयुक्त अनुपात में प्रकेवल ऐलकोहॉल अथवा शुद्ध स्पिरिट मिलाकर उसे अधिक तेज बनाया जा सकता है। इस काम के लिए प्रायः सबसे अधिक प्रबलतावाला ऐलकोहॉल ही प्रयोग करना चाहिए क्योंकि १०% से निबल ऐलकोहॉल मिलाने से उसके जल के कारण मदिरा में विद्यमान अन्य सघटकों का अनावश्यक सन्नकरण<sup>१</sup> हो जाता है और उसके मूल गुणों में दबावित परिवर्तन होता है।

**स्पिरिट**—स्पिरिटों के प्रायः दो वर्ग होते हैं (१) 'पॉट स्टिल' स्पिरिट. 'ब्राण्डी' और 'ड्विस्की' इसी वर्ग की हैं, तथा (२) जिन स्पिरिट—यह भावी शुद्ध स्पिरिट अथवा ऐलकोहॉल का उपयुक्त उपचार करके बनायी जाती है। स्पिरिटों का निर्माण तो आसवन विधा (प्रक्रिया) के आविष्कार के बाद ही सम्भव हुआ। अतः यह मदिरा और बिस्तर उद्योगों के तरह बहुत प्राचीन नहीं है। स्पिरिट किष्पिन द्रव के आसवन से ही तैयार की जाती है, अतः मूल किष्पित द्रव से भिन्न होती है। मूल भेद ऐलकोहॉल की उच्च प्रबलता एवं अवाष्पशील पदार्थों की अनुपस्थिति का होता है, इनके अतिरिक्त स्पिरिटों में कुछ सुगंधित पदार्थ अलग से डाले जाते हैं। कुछ छोटे प्रकार के अगूरों के किष्पित रस का आसवन करके 'कैम्ब्रिक ब्राण्डी' बनायी जाती है। इसमें लगभग ५०% ऐलकोहॉल होता है। स्पिरिट की मुत्तास मदिरा में ही व्युत्पन्न कैंप्रिक (अनैन्थिक) एस्टर के कारण होती है, और असली ब्राण्डी के रंग का मूल कारण भी विचित्र है। ब्राण्डी जिन लकड़ी के पीपों में रखी जाती है, उनमें कुछ रजक पदार्थ होते हैं। यही रजक पदार्थ संपर्क काल में स्पिरिट द्वारा निस्सारित होकर ब्राण्डी में रंग उत्पन्न करते हैं। पीपों की लकड़ी में से कभी-कभी कुछ टैनिन भी निस्सारित हो जाती है। परन्तु उपर्युक्त स्वाभाविक रंग केवल पुरानी ब्राण्डी में होता है। नयी ब्राण्डी में उसी प्रकार का रंग उत्पन्न करने के लिए उसमें कैरामेल डाला जाता है। कैरामेल तैयार करने के लिए साधारण शर्करा को १९०° से ० तक तप्त किया जाता है जिससे उसका आंशिक कार्बनी-भवन हो जाता है। और कर्सीलपन उत्पन्न करने के लिए कभी-कभी चाय का आन्वाध डाला जाता है।

'ड्विस्की' यव्य औ यानी 'माल्टेड वॉर्न' से बनायी जानी है। इसके लिए बहुधा यव्य<sup>१</sup> एवं यव्य धान्य का मिश्रण इस्तेमाल किया जाता है। कभी-कभी इस मिश्रण

को भाड़ की आग पर मुखाया जाता है, इसी वजह से कुछ ह्लिस्कों में घूँस की गंध आती है। यवासकों<sup>१</sup> द्वारा व्यवहृत रीति से ही दल करके<sup>२</sup> इस विद्या में भी किण्वक तैयार किया जाता है। प्रसृतक में तुरन्त ठंडा करके शुद्ध यवासक धीरे-धीरे निम्न ताप पर इसका प्रायः पूर्ण किण्वन किया जाता है। विद्या की इन परिस्थितियों में ऐसी उत्तम मदिरा बनायी जा सकती है, जिसमें खट्टापन तथा फ्यूडल तेल, और ऐन्डो-हाइड्र-जैसी अवांछित अशुद्धियाँ नहीं होती। किण्वन समाप्त हो जाने के बाद मदिरा को १२०० गैलनवाले नात्र आसोत्र में लेकर उसका आसवन किया जाता है। कभी-कभी उफान को रोकने के लिए इसमें साबुन भी डाला जाता है। ऐसा करने से ऐलकोहल के आसवन के समय उफान के कारण अन्य अवाप्पणीय वस्तुएँ आमुन में नहीं मिल पाती। इस विद्या से प्राप्त आमुत को 'लो वाइन्स' कहते हैं क्योंकि इसमें ऐ कोहल की मात्रा कम होती है तथा उसके दोबारा आसवन की आवश्यकता होती है। आसोत्र में वंचे अवशेष में लैक्टिक अम्ल की थोड़ी मात्रा होती है। एन्थेटिक अथवा टारटरिक अम्लों के स्थान पर इंग अवशिष्ट लैक्टिक अम्ल को ऐसी विद्याओं में इस्तेमाल किया जाता है जिनमें केवल मन्द अम्लता की आवश्यकता होती है और अम्ल की रासायनिक प्रवृत्ति का कोई विशेष महत्व नहीं होता। द्वितीय आमुत को तीन भागों में एकत्र किया जाता है : (१) अप्रभाग अर्थात् 'फोरगूट्स', (२) 'क्लीन स्पिरिट' तथा (३) 'फेण्ड्स'। स्वच्छ अर्थात् क्लीन स्पिरिट ही तेज ह्लिस्की होती है, जिसमें लगभग ६०% ऐलकोहल होता है। बेचने के पहले जल मिलाकर इसमें ऐलकोहल की मात्रा ४०% कर दी जाती है। १९२१ की पार्लियामेण्ट के अधिनियमानुसार ह्लिस्की में ऐलकोहल की न्यूनतम मात्रा १७% रखी गयी है। बाजार में बिकनेवाली बट्टन-सी ह्लिस्कों में पेटेंट स्ट्रिट-जैसी अन्य स्पिरिटों का भी मिश्रण होता है। अप्रभाग यानी 'फोरगूट्स' बट्टन अशुद्ध होता है, क्योंकि उसमें बचीय अम्ल और अन्य पदार्थ मिले हुए होते हैं। 'फेण्ड्स' में मुख्यतः फ्यूडल तेल और ऊँचे बबयनाकवाले ऐलकोहल होते हैं। पिछले कुछ वर्षों में 'फेण्ड्स' का उपयोग सदृष्ट रबर बनाने में तथा कुछ पदार्थों के विलायक के रूप में होने लगा है। आसोत्र में वंचे 'स्पेष्ट लीड' का अभी तक कोई उपयोग नहीं हो सका है।

शीरे का किण्वन करके तथा उसका दोबारा आसवन करके 'रम' नामक मदिरा तैयार की जाती है। फार्मिक तथा व्युटिरिक अम्लों के कारण इसमें थोड़ी गंध होती है

तथा काष्ठ पीपों में वरिषखन के कारण रंग भी आ जाता है, योकि कभी-कभी कैरेमल डाल करके भी इसे रंगने की प्रथा है।

सादी यानी 'प्लेन' स्पिरिट में केवल ऐलकोहॉल और जल होता है और इसका उपयोग 'जिन' अथवा मोठी मदिरा बनाने में किया जाता है। सादी स्पिरिट बनाने के लिए यद्य तथा अयव्य घान्यों के मिश्रण के किण्वन द्वारा प्राप्त किण्विता (ऐलकोहॉलिक ग्लिकर) यानी घावाशेष (वाश) का 'काफे स्टिल'-जैसे विद्रिष्ट प्रभाजन यंत्रों में आसवन किया जाता है। जब इसका आसवन केवल 'पॉट स्टिल' में किया जाता है तब प्रभाजन (फ्रैक्शनेशन) नहीं होता है और बहुत से निम्न तथा उच्च बबघनाक वाले पदार्थ भी ऐलकोहॉल के साथ आसुत हो जाते हैं। इसलिए इसका दोबारा आसवन आवश्यक हो जाता है। परन्तु 'काफे स्टिल' में ऐसी युक्ति का प्रयोग होता है कि अशुद्धियाँ पहले ही आसवन में पृथक् हो जाती हैं।

'जिन' बनाने के लिए स्पिरिट में जूनियर बेरी तथा मुलेडी-जैमी कुछ चीजें डाल कर उसका पुन आसवन करना पड़ता है। द्वितीय आसवन में उपर्युक्त पदार्थों में से कुछ सुगन्धित द्रव्य भी आ जाते हैं। मोठी मदिरा तैयार करने के लिए ऐलकोहॉल में शर्करा और विभिन्न सुगन्धित एवं रजक पदार्थ मिलाये जाते हैं।

### ग्रन्थसूची

- HAUSBRAND, E. *Principles and Practice of Industrial Distillation* Chapman & Hall, Ltd  
 HERSTEIN, K. M. AND GREGORY, T. C. *Chemistry and Technology of Wines and Liquors* D. Van Nostrand Co. Inc  
 HIND, H. LLOYD. *Brewing Science and Practice* Chapman & Hall, Ltd.  
 HOPKINS, R. H., AND KRAUSE, B. *Biochemistry Applied to Malting and Brewing* Allen & Unwin, Ltd  
 MONIER-WILLIAMS, G. W. *Power Alcohol* Hodder & Stoughton, Ltd.  
 SCHONFELD, F. *Brauerei und Malzerei* Paul Parey.

## अध्याय ३

### जलप्रदाय और आरोग्य-प्रबन्ध

अल्बर्ट पार्कर, डी० एम-सी० (धर्मिषम), एफ० आर० आई० सी०

**भूमिका**—हवा के बाद मनुष्य जीवन के लिए परमावश्यक वस्तुओं में जल का दूसरा नंबर है। केवल हवा और जल को उपलब्ध ही नहीं बल्कि उनके योग-क्षेम के लिए कुशल आरोग्य-प्रबन्ध (सैनिटेशन) भी अत्यावश्यक है, विशेषकर घनी बस्तियों के लिए। अतः जन-स्वास्थ्य का उच्च स्तर बनाये रखने के लिए उपर्युक्त दोनों आवश्यकताओं की पूर्ति अनिवार्य है। एतदर्थ बड़े-बड़े नगरों में जल-प्रदाय एवं आरोग्य-प्रबन्ध में बड़ी व्यापक योजना, निर्माण-कार्य तथा वैज्ञानिक ज्ञान पर आधारित सतत सावधानी की आवश्यकता होती है। परन्तु ग्रेट ब्रिटेन का एक साधारण निवासी आज शायद इस बात का पूरा अनुभव नहीं कर पाता, क्योंकि ये सेवाएँ प्रायः स्वतः चलनेवाली मान ली जाती हैं। इनका महत्त्व तो उस समय समझ में आता है जब सूखे मौसमों में जलाभाव हो जाता है या जब जल-प्रसारित रोगों का भीषण प्रकोप होता है, जैसे यार्कसायर में १९३२ तथा क्रॉयडन में १९३७ में हुआ था। जनोप-योगी बातों में सामान्य अभिरुचि के अभाव का निश्चित कारण यह है कि ग्रेट ब्रिटेन में लोक-जल-प्रदाय एवं आरोग्य और स्वच्छता का बड़ा कुशल प्रबन्ध होता है, जिसके फलस्वरूप वहाँ के लोगों को इनके अभाव में उत्पन्न होनेवाली भयंकर परिस्थितियों का कोई अनुभव अथवा ज्ञान ही नहीं होता।

लोक-जल-प्रदाय की व्यवस्था और मूल को जल-वाहन अर्थात् मलप्रणाल द्वारा हटाना कोई नयी बात नहीं है। ३१२ ई० पू० से ३०५ ई० तक रोम में नगर के बाहर के स्रोतों से जल पहुँचाने के लिए १४ जल-संक्रम (एक्वीडक्ट्स) बने थे। इन जल-संक्रमों के द्वारा पानी पहले बड़े-बड़े जलाशयों में पहुँचाया जाता था। और वहाँ से सीस नाड़ों के द्वारा छोटे-छोटे जलाशयों में वितरित किया जाता था। इन्हीं छोटे जलाशयों से फव्वारों, स्नानागारों, लोक-भवनों एवं कुछ नागरिकों को जल प्राप्त होता था। ऐसा अनुमान है कि फ्रॉण्टिनस के समय रोम में प्रति नागरिक को ५० गैलन जल प्रतिदिन मिलता था। उसकी तुलना में आज लन्दन में प्रति व्यक्ति को

लगभग ३५ गैलन जल प्रतिदिन प्राप्त होता है। प्राचीन रोम में जल के परिमाण के अतिरिक्त उसके गुणों का भी बड़ा ध्यान रखा जाता था। सर्वोत्तम जल का प्रयोग पीने तथा स्नाना पकाने के लिए, मध्यम गुणवाले जल का नहाने तथा अनेक अन्य लोक प्रयोजनों के लिए तथा निम्नकोटि के जल का इस्तेमाल मिचार्ड तथा जल-यानों के पेटे में भरने के लिए होता था। बहुधा माधारणतया तलछटीकरण (सेडिमेन्टेशन) करके तथा जलाशयों में संग्रह करके जल का रूप अर्थात् 'अपिरेन्स' उन्नत किया जाता था। लेकिन आजकल के पानीपरो के समान आन्विष्कारों तथा वैज्ञानिक विकास पर आधारित जलशोधन की व्यवस्थित पद्धतियाँ न थीं।

६०० ई० पू० रोम में जल-वाहनद्वारा मल प्रवाह के लिए एक बड़ा 'सनाल' बना था और नगर के विभिन्न भागों से आयी इसकी बहुत-सी सहायक नालियाँ थीं। इसी सनाल के द्वारा नगर का मल टाइबर नदी में बहा दिया जाता था। फलतः टाइबर नदी बुरी तरह में कलुषित हो गयी, भाय ही जल प्राप्ति का मुख्य स्रोत भी वह नदी थी। इसीलिए कालान्तर में शुद्ध जल प्राप्त करने के लिए नगर के बाहर के भाग से जल-नल्लम (एक्क्वेडक्टस) बनाये गये।

रोमन साम्राज्य के अथ पतन के बाद बहुत-से जल-मक्रम नष्ट कर दिये गये। जल-प्रदाय, मलप्रवाह पद्धति तथा जन-स्वास्थ्य जैसे महत्वपूर्ण विषयों की कई शताब्दियों तक बड़ी उपेक्षा की गयी। मध्यकालीन युग में महाभारियों तथा उनके द्वारा हुए विध्वंस की पृष्ठभूमि में यही अनिदूषित जल प्रदाय तथा जीवन की अस्वास्थ्यकर परिस्थितियाँ थीं।

अर्वाचीन पानीपरो की रचना का विकास मुख्यतः उन्नीसवीं सदी में हुआ। इस विकास को इजीनियरी की उन्नति में तो अवश्य प्रेरणा मिली, किन्तु अशुद्ध जल और टाइफाइड एव हैजा-जैसी विध्वंसकारी मारियों के पारस्परिक सन्ध का स्पष्ट ज्ञान हो जाना ही इस उत्कृष्ट जल-प्रदाय का मुख्य कारण हुआ। १८७३ के पूर्व लन्दन में नागरिकों को २४ घण्टे बराबर पानी मिलने की व्यवस्था न थी, यह तो निश्चय ही आधुनिक काल की सुविधा है। १८९१ तक लन्दन का ३१% जल प्रदाय सचिराम पद्धति पर ही आधारित था।

जन माधारण के इस्तेमाल के लिए जलशोधन की प्रथा भी हाल से ही शुरू हुई है। जल में से आन्तर्भवत पदार्थों को निकाल कर उसका रूप उन्नत करने के लिए

उसे बालू से छानने की प्रक्रिया १८२९ ई० में प्रारम्भ की गयी थी। इस विधा (प्रक्रिया) में बहुत दिनों तक कोई परिवर्तन नहीं हुआ, लेकिन आगे चलकर जीवाणुओं एवं अन्य अवांछित प्राणियों को निकालने के लिए भी छानने की सशोधित रीतियाँ अपनायी गयीं। क्लोरीन, हाइपोक्लोराइट, क्लोरामीन, चूना, ओजोन, सक्रिय कार्बन तथा अन्य पदार्थों से उपचार करके जल-शोधन एवं जीवाणुहनन की रीति भी पिछले ४० वर्षों में ही विकसित हुई है। रसायनों के आविष्कारों का इंजीनियरों ने प्रयोग किया और फलस्वरूप उपर्युक्त रीतियों का विकास हुआ। इन आविष्कारों एवं प्रयोगों में जीवाणुविदों तथा जैविकीविदों का भी महत्वपूर्ण सहयोग रहा।

उत्तम जल के सामान्य वितरण तथा उद्योगों की वृद्धि के साथ-साथ घरेलू एवं औद्योगिक मल—कूड़े करकट को जल स्रोतों को बिना दूषित किये, दूर हटाने के सतोप-जनक तरीकों का महत्व भी बढ़ने लगा। पिछले ७०-८० वर्षों में नगर के मल और कारखानों के कचड़ों के उचित उपचार की वर्तमान रीतियों के आविष्कार एवं विकास में रसायनों के कार्यभाग का मुख्य स्थान है। निम्नलिखित पंक्तियों में जल-प्रदाय एवं आरोग्य-व्यवस्था में रसायन विज्ञान द्वारा किये गये कुछ विकासो का उल्लेख करने की चेष्टा की गयी है।

**जल-प्रदाय**—लोक-जल-प्रदाय का उत्तम एवं आदर्श स्रोत वह है जहाँ से निर्मल, स्वच्छ एवं मृदु जल प्राप्त हो तथा उसकी प्रतिदिन की बनावट (कंपोजिशन) सामान्यतः एक सम हो। ऐसे जल का एक विशेष गुण यह भी होना चाहिए कि प्रनाडो (मेन्स), वितरण नाडो (सर्विस पाइप्स) तथा अन्य अन्वामुक्तियों यानी 'फिटिंग्स' पर उसकी कोई प्रक्रिया न हो, जिससे बिना किसी प्रारम्भिक उपचार के वह सरलता से वितरित किया जा सके। प्रायः गहरे कूप ही ऐसे आदर्श जल-स्रोत होते हैं और जल का दूषण बचाने के लिए इन कूपों की बड़ी सावधानी से रक्षा करनी पड़ती है। अन्य स्रोतों से प्राप्त जल का एक या अनेक विधाओं से इसलिए उपचार करना पड़ता है कि वह लोक प्रयोग के लिये उपयुक्त एवं निरापद हो जाय। नदियों के जल का बहुधा बड़ा कड़ा उपचार करना पड़ता है, क्योंकि उनमें प्रायः नगरों का सारा मल प्रवाहित किया जाता है, जिससे उनका जल बहुत दूषित रहता है।

निम्नलिखित उद्देश्यों की पूर्ति के लिए जलोपचार की अनेक रीतियाँ अपनायी जाती हैं—(१) आलम्बित एवं कलिलीय पदार्थों का निरसन<sup>१</sup> (२) जलाशयों



में कार्ब और अन्य पौधों को नष्ट करना अथवा उनकी वृद्धि रोकना, (३) लोहा, मैंगनीज और फ्लोरीन के यौगिकों का निरसन, (४) विलयन में से कैल्शियम और मैग्नीशियम को निकालकर जल की कठोरता कम करना, (५) जल के रस, गंध और स्वाद को उन्नत करना, (६) जीवाणुओं तथा अन्य रोगोत्पादक प्राणियों का नाश करना, तथा (७) प्रवाहों, वितरण गाड़ों एवं अन्य युक्तियों के बनाने में प्रयुक्त होनेवाली धातुओं-लोहा, गैल्बनाइज्ड इस्पात, सीस, ताम्र इत्यादि पर जल की प्रतिक्रिया को रोकना या कम करना।

जल में से स्थूल आलम्बित पदार्थों को तो साधारण तलछटीकरण से निकाला जाता है, लेकिन सूक्ष्म आलम्बित एवं कलिलीय पदार्थों को निकालने के लिए जल में रासायनिक स्कन्दकर्ता (कोआगुलेंटिंग एजेंट) मिलाने तथा तलछटीकरण के बाद उसको सूक्ष्म बालू या उसी प्रकार के अन्य पदार्थों के द्वारा छाना जाता है। जल के प्रति १००,००० भाग में ०.५-४.० भाग अल्यूमीनियम सल्फेट डालकर स्कन्दन किया जाता था, लेकिन पिछले कुछ वर्षों में फेरस सल्फेट, क्लोरीनीकृत फेरस सल्फेट, सोडियम अल्यूमिनेट तथा अल्यूमीनियम सल्फेट और सोडियम अल्यूमिनेट के मिश्रण का सफलता पूर्वक प्रयोग किया जाने लगा है। स्कन्दको से न केवल आलम्बित एवं कलिलीय पदार्थों के स्कन्दन तथा ऊर्णिकायन (फर्गुलेशन) में सहायता मिलती है बल्कि वे छत्रों के ऊपर एक ऐसी झिलपीय तह बना देते हैं जिससे सूक्ष्म आलम्बित तथा कलिलीय पदार्थों एवं कुछ जीवाणुओं को छान लेने की उसकी क्षमता बढ़ जाती है।

टैंकों में एक मास या अधिक समय तक जल संग्रहण में उसमें आलम्बित पदार्थों तथा टाइफाइड और हैजे-जैसे रोगों के रोगाणुओं को कम करने में बड़ी सहायता मिलती है। किन्तु अधिक समय तक संग्रह करने से जल में कार्ब और सेवार तथा अन्य जल-पौधे उत्पन्न हो जाते हैं जिससे उसे छानने में बड़ी कठिनाई होती है और साथ ही उसका स्वाद भी अस्वीकर हो जाता है। कार्ब की वृद्धि रोकने अथवा उसका नाश करने के लिए जल के प्रति १,०००,००० भाग में ०.१-१.० भाग ताम्र सल्फेट या ०.२-०.५ भाग पोटामियम परमैंगनेट या ०.५-१.० भाग क्लोरीन, क्लोरामीन अथवा इन रसद्वयों के उपयुक्त मिश्रण डाले जाते हैं। सर्वोत्तम रीति का चुनाव स्थानिक परिस्थितियों-जैसे जल के निबन्ध तथा कार्ब की जाति पर निर्भर होता है। इन रीतियों के विकास में रसायनज्ञ को जैविकीविदों के सहयोग की बराबर जरूरत पड़ी है।

जल के प्रति १,०००,००० भाग में ०.५ भाग लोहा तथा मैंगनीज रहने से उसमें प्रत्यक्ष गंध आ जाती है और यदि उसका अनुपात बढ़कर १ भाग हो जाय तो उसमें रोगनाई जैसा स्वाद भी उत्पन्न हो जाता है। वातन, चूना डालना, तलछटीकरण, तथा वालू, चारकोल और कुछ पीठ-विनिमय (बेस-एक्सचेंज) पदार्थों के द्वारा छानना भी उपर्युक्त धातुओं के निरसन को कुछ उत्तम रीतियाँ हैं।

पिछले कुछ वर्षों में जलोज्ञाचार की रीतियों में जो प्रगति हुई है उसमें जल को निरापद बनाने के लिए उसके रोगाणुनाशन (डिस्इन्फेक्शन) की रीतियाँ विशेष उत्कृष्ट एवं उल्लेखनीय हैं। रोगाणुनाशन के लिए वातिक अवस्था एवं जलीय विलयन के रूप में क्लोचिंग पाउडर, सोडियम हाइपोक्लोराइट तथा क्लोरामीन के रूप में क्लोरीन का अधिक प्रयोग किया जाता है। जल में मिथुन के लिए क्लोरीन का अनुपात बहुधा ०.२-०.५ भाग प्रति १,०००,००० भाग होता है, कभी कभी इससे भी अधिक मात्रा की आवश्यकता होती है। क्लोरीनीकरण से रोगाणुओं का शीघ्र नाश हो जाता है, लेकिन अतिरिक्त क्लोरीन को जल में से निकालने के बाद भी अक्सर उसमें बड़ा अरुचिकर स्वाद आ जाता है। इस प्रकार की कठिनाइयों को दूर करने के लिए क्लोरीनीकरण की सशोधित रीतियाँ काम में लायी जाने लगी हैं। भागशः<sup>१</sup> क्लोरीनीकरण, अधिकक्लोरीनीकरण के बाद सल्फर डाइआक्साइड और सोडियम थायोसल्फेट सद्बल पदार्थ डालकर विक्लोरीनीकरण, अमोनिया या अमोनियम सल्फेट डालकर क्लोरामीन बना लेना अथवा मरिथित चारकोल द्वारा उपचार करना इन सशोधित रीतियों के स्वरूप हैं। क्लोरीनीकरण के बाद उत्पन्न होनेवाले कुछ दूसरे प्रकार के स्वादों के कारणों का अभी पता नहीं चल पाया है। २० करोड़ भाग में १ भाग फिनाल सहित जल के क्लोरीनीकरण के बाद उसमें दुःस्वाद उत्पन्न होता है, ऐसा ही दुःस्वाद नम्रा (विलोज) वनपिप्पल (पाँप्लम), क्षेत्रनन्दिनी (मीडो-स्वीट), काई, फफूदी तथा कुछ जीवाणुओं के अवशेषों सहित जल के क्लोरीनीकरण के बाद भी उत्पन्न होता है। स्वाद की इन समस्याओं का उल्लेख इसलिए किया गया है जिससे यह स्पष्ट हो जाय कि जल-प्रदाय के कार्य में लगे रसायनज्ञ को पदार्थों की कितनी सूक्ष्म मात्राओं का ध्यान रखना पड़ता है।

रोगाणुनाशन की कुछ रीतियाँ निम्नलिखित हैं—जल में इतना चूना छोड़ना कि २४ घण्टे की प्रतिक्रिया के बाद जल के प्रति १००,००० भाग में १ भाग अतिरिक्त

चूना शेष रहे; ओजोनीकृत सैस द्वारा उपचार करना, परानीललोहित (अल्ट्रावाय-लेट) प्रकाश डालना, तथा अल्पयतिक (ओलिगोडायनमिक) क्रियावाले धातु, विशेष कर रजत द्वारा रोगाणुनाशन करना।

पानीघरो, औद्योगिक मय्याओ एव गृहस्थो द्वारा प्रयुक्त जल के मृदुकरण की विधा भी रसायन-विज्ञान के आविष्कारो पर ही आधारित है। मृदुकरण के लिए जल में चूना या सोडियम कार्बोनेट डाला जाता है तथा फास्फेट और सोडियम अल्फुमिनेट जैसे पदार्थों द्वारा उपचार किया जाता है। इसके लिए पीठविनिमय (वैस एक्सचेंज) विधा भी प्रयुक्त होती है तथा इसी के सिद्धान्त पर साधारण घरेलू जल मृदुकर (वाटर सॉफ़्नेर) बनाये जाते हैं। पीठविनिमय की मूल विधा में जल को प्राकृतिक अथवा मशिल्ट डिपोलाइट के तत्प से पार कराया जाता था। डिपोलाइट में सोडियम-अल्फुमिनियम मिलिकेट होता है जिसमें कैल्सियम तथा मैग्नीसियम द्वारा सोडियम का बड़ी सरलता से प्रतिस्थापन हो जाता है। कठोर जलस्थित कैल्सियम और मैग्नीसियम के द्वारा विनिमायक का सोडियम पूर्णतया विस्थापित हो जाता है, तब उसमें से लवण विलयन पार कराकर उसे पुनर्जनिन (रीजेनरेट) कर लिया जाता है। पिछले कुछ वर्षों में सल्फ्यूरिक अम्ल द्वारा कोयले का उपचार करके जलमृदुकरण के उपयुक्त कुछ पैठिक विनिमय पदार्थ तैयार किये गये हैं, और ये तथाकथित 'कार्बनीय डिपोलाइट' वाणिज्यिक व्यवहार में लाये जा रहे हैं। इंग्लैंड के 'डिपार्ट-मेण्ट ऑफ साइप्टिफिक ऐण्ड इण्डस्ट्रियल रिसर्च' के 'वाटर पोल्पुशन रिसर्चबोर्ड' द्वारा किये गये अनुसन्धानों के फलस्वरूप कुछ ऐसी मशिल्ट रेजीनें बनायी गयी हैं जिनमें पीठविनिमय के बड़े ऊँच गुण होते हैं। अम्लविनिमय गुणोवाली रेजीनें भी तैयार की गयी हैं। दोनों प्रकार की रेजीनों की सहायता से जल में विलीन लवणों का निरसन बड़ा सरल हो गया है। ये रेजीनें अब वाणिज्यिक पैमाने पर इस्ते-माल होने लगी हैं।

कुछ प्राकृतिक जलों की धातुओं पर बड़ी मक्षारक क्रिया होती है, जिसकी वजह से वितरण काल में लोहे तथा सीसे के विलयन से जल दूषित हो जाते हैं और कभी कभी ऐसे जल में सीसे की भयकर मात्रा भी मिश्रित होने की सम्भावना होती है। जल की इस मक्षारक क्रिया को कम करने के लिए उसमें चूना, चाक, मोड़ा तथा सोडियम मिलिकेट छोड़ा जाता है अथवा उसे सगमर्मर, चूना-पत्थर तथा मैग्नेसाइट के टुकड़ों के तत्प (बेड) से पार कराया जाता है।

मल का उपचार—जनस्वास्थ्य एव मर्यादा को बिना क्षति पहुँचाये मल का सुविधाजनक निष्कासन ही मलोपचार पद्धति का मुख्य ध्येय है। इस उपचार की

रीतियों के मुख्यतः दो पद होते हैं। प्रथम पद में ठोस पदार्थों का निरसन होता है तथा दूसरे पद में द्रव का ऐसा उपचार किया जाता है कि जल-प्रदायो को दूषित किये बिना उसका किसी नदी या जलधारा में उत्सर्जन किया जा सके अथवा अन्य किसी रीति से उसका निष्कासन सम्भव हो जाय।

ठोस पदार्थों के निरसन के लिए मल को साधारणतया जालियों, बालु-कुण्डों (ग्रिट चेम्बर्स) या ध्वपवृष्ट तडागों (डेट्रिटस टैंक) और तलछटीकरण तडागों (सेडिमेण्टेशन टैंक) के द्वारा पार कराया जाता है। ऐसा करने से मल का दूषण गुण बहुत कुछ कम हो जाता है। कभी-कभी आलम्बित पदार्थों के सूक्ष्म कणों को निकालने के लिए कुछ रासायनिक ऊर्णकायक (फ्लॉकुलेटर) तथा अवक्षेपणकारक<sup>1</sup> भी डाले जाते हैं। लोहे तथा अल्युमिनियम के लवण तथा कागज की लुगदी, खत्तीली मिट्टी (मार्ल) अथवा अन्य प्रकार की मिट्टियों जैसे अविलेय पदार्थ उपयुक्त त्रिया के लिए इस्तेमाल किये जाते हैं। ऐसे क्षेत्रों के मल के लिए, जिसमें निर्माणियों के उत्प्रवाही (एफ्लुयेण्ट्स) भी मिले होते हैं, रासायनिक उपचार की कुछ विशेष रीतियाँ प्रयुक्त होती हैं। उदाहरण के लिए यार्कशायर में ब्रैंडफोर्ड नामक स्थान पर मल में सल्फ्यूरिक अम्ल मिलाया जाता है, क्योंकि उसमें ऊन कारखानों का उत्प्रवाही जल मिला होता है और इसमें औद्योगिक साबुन की प्रचुर मात्रा होती है। अम्ल डालने से साबुन से बसा अथवा भावसा (ग्रीज) पृथक् हो जाती है तथा मल के सूक्ष्मत<sup>2</sup> विभाजित ठोस और कलिलीय पदार्थों का स्कन्दन हो जाता है। इसमें से भावसा पृथक् कर ली जाती है क्योंकि यह काफी मूल्य की वस्तु है।

कभी-कभी कार्बनिक पदार्थों के अवक्षेपण अथवा मल के आंशिक शोधन के अलावा अन्य प्रयोजनों के लिए भी रसद्रव्यों का प्रयोग किया जाता है। जैसे जब मल को प्रणालों द्वारा क्रियाकरण स्थान<sup>3</sup> तक पहुँचाने में अधिक समय लगता है तो उसे सड़ने से बचाने के लिए उसमें क्लोरीन अथवा क्लोरीनीकारक डाले जाते हैं। कच्चे मल अथवा मल-उत्प्रवाहों की नदियों में छोड़ने से पहले उन्हें क्लोरीनीकृत कर देते हैं, जिससे उनके विच्छेदन की गति मन्द हो जाय और पूर्ण विच्छेदन के पूर्व वे धारा में मिलकर प्रचुर जल से तनूकृत हो जायें।

स्पूल ठोस पदार्थों के निरसन के बाद मलद्रव का उपचार भूमितल पर भी किया जा सकता है। लेकिन इसके लिए उचित मूल्य पर उपयुक्त और पर्याप्त भूमि

<sup>1</sup> Precipitating agents<sup>2</sup> Disposal works

मिलना आवश्यक है। व्यापक सिंचाई, अवस्थल सिंचाई (सबसर्फेस इरिगेशन) और छनाई, इस प्रकार के उपचार की तीन रीतियाँ हैं। इन रीतियों के सफल प्रयोग के लिए आवश्यक परिस्थितियाँ निर्धारित करने में रसायनज्ञों ने काफी काम किया है और इसके फलस्वरूप किसी हद तक मल का खाद (मैन्योर) के रूप में उपयोग किया जा सकता है। भूमितल पर मल के उपचार में मल तथा मिट्टी में विद्यमान जीवाणुओं एवं अन्य प्राणियों द्वारा मल में विलीन तथा सूक्ष्म विसृत कार्बनिक पदार्थों का आक्सीकरण हो जाता है।

बड़े-बड़े नगरों में मल के आक्सीकरण अथवा शोधन के लिए बहुत बड़े क्षेत्र नहीं मिलते और न तो सिंचाई के लिए इतनी भूमि प्राप्त होती है। इन्हीं कठिनाइयों को दृष्टिगत करके रसायनज्ञों ने इंजीनियरों के सहयोग में विनोद रूप से बने छत्रों का प्रयोग कर तथाकथित सक्रियित अवपक (स्लज) विधा<sup>१</sup> का विकास किया है। अर्वाचीन पारच्यावी छत्रों (परकोलेटिंग फिल्टर्स) की सहायता से तलछटित मल-द्रव को पत्थर, कोक अथवा झाँवा के १-२ इंचवाले टुकड़ों से बने तल्प (बेड) पर ममान रूप से वितरित किया जाता है। छत्रों की गहराई ४ फुट से लेकर १५ फुट तक होती है परन्तु ग्रेट ब्रिटेन में सामान्यतः ६ फुट की गहराई वाले छत्रे प्रयुक्त होते हैं। सक्रियित अवपक-विधा (ऐक्टिवेटेड स्लज प्रॉसेस) में मलद्रव के साथ सक्रियित अवपक को मिलाकर मिश्रण का ५ घण्टे से लेकर २४ घण्टे तक क्षोभण (एजिटेशन) तथा वातन (एरोशन) करते हैं। मलद्रव के वातन में ही सक्रियित अवपक उत्पन्न होता है। आवश्यक समय तक वातन करने के बाद तलछटीकरण द्वारा अवपक को द्रव से अलग किया जाता है और फिर इसी को मलद्रव के अगले भाग के उपचारार्थ प्रयोग किया जाता है। मल और सक्रियित अवपक मिश्रण के क्षोभण तथा वातन के लिए अन्यान्य रीतियाँ काम में लायी जाती हैं।

ग्रेट ब्रिटेन में भूमि-मलोपचार के स्थान पर अब अधिकतर सक्रियित अवपक-विधा ही काम में आने लगी है। भूमिगत उपचार के लिए प्रति दिन १०००,००० गैलन मल के लिए भूमि की प्रकृति तथा क्रियाकरण की रीति<sup>२</sup> के अनुसार ५० एकड़ से लेकर ३५० एकड़ तक भूमि की आवश्यकता होती है। परन्तु ६ फुट गहरे पारच्यावी<sup>३</sup> छत्रों पर सक्रियित अवपक विधा से मल की उपर्युक्त मात्रा के उपचार के लिए केवल १ ५ एकड़ भूमि की जरूरत पड़ती है। 'वाटर पोल्युशन रिसर्च बोर्ड' ने पारच्यावी

<sup>१</sup> Process प्रक्रिया <sup>२</sup> Method of operation <sup>३</sup> Percolating filters

छन्नो के क्रियाकरण की एक नयी रीति निकाली है जिससे उसकी क्षमता दुगुनी हो जाती है और इस प्रकार प्रति दिन १०००,००० गैलन मल के उपचारार्थ ६ फुट गहरे छत्रों के लिए १'५ एकड़ की जगह केवल ०.७५ एकड़ क्षेत्र की आवश्यकता होती है।

पिछले २०-३० वर्षों से अवपक (स्लज) सबधो काम में काफी प्रगति हो रही है, लेकिन वर्तमान समय की मुख्य समस्या केवल उसके निरसन की नहीं वरन् मल-अवपक के लाभकारी कामों में उपयोग करने की है। मल से पृथक् कर लेने के बाद अवपक में ९०-९५% जल की मात्रा होती है इसलिए निष्कासन (डिस्पोजल) स्टेशन से उनको वही ले जाना बहुत आसान नहीं होता। समुद्रतट से नजदीक वाले नगरो के मल को प्रायः समुद्र में डाल दिया जाता है परन्तु समुद्र से दूर स्थित नगरो में तो दूसरी रीतियाँ अपनायी पड़ती हैं। साधारणतया अवपक को रन्धी (पोरस) पदार्थों के बने उत्सारण तत्वों (ड्रेनेज बेड्स) पर बहाया जाता है। बहुधा ये तत्व खुली हवा में होते हैं। इस रीति से सूखे मौसम में अवपक की जलमात्रा कम होकर ६०-७०% रह जाती है तथा कभी कभी ४०-५०% भी हो जाती है। अवपक का अवातजीवीय किण्वन (ऐनअरोबिक फरमण्टेशन) अथवा पाचन करके भी निष्कासनार्थ उसका परिमाण कम किया जा सकता है। इस रीति से कार्बनिक पदार्थों का परिवर्तन होकर गैस बन जाती है जिसमें लगभग ७० प्रतिशत मिथेन और २०-३०% कार्बन डाइ-ऑक्साइड होती है, कुछ पदार्थों के परिवर्तन से जलविलेय द्रव अथवा ठोस भी उत्पन्न होते हैं और प्रायः दुर्गन्धरहित ऐसा पाचित अवपक प्राप्त होता है जो मूल अवपक की अपेक्षा सरलता से सुझाया जा सकता है। 'बर्मिंघम, टेम ऐण्ड रिया डिस्ट्रिक्ट ड्रेनेज बोर्ड' के निष्कासनस्टेशनों पर अवपक-पाचन सयन्त्र लगाये गये हैं। सर्वप्रथम यही मल अवपक का पृथक् पाचन करके उसमें से दाह्य गैस निकालने और उसके उपयोग का विकास किया गया था। मॉडरेन के 'बेस्ट मिडिलसेक्स काउण्टी काउंसिल' के स्टेशनों पर भी ऐसे सयन्त्र लगे हैं। बर्मिंघम के कुछ स्टेशनों पर सयन्त्रों के क्रियाकरण तथा प्रकाश करने के लिए आवश्यक समस्त शक्ति अवपक गैसों के दहन से ही प्राप्त होती है। मॉडरेन के स्टेशन पर तो सयन्त्र क्रियाकरण तथा प्रकाश के लिए शक्ति प्रदान करने के बाद भी काफी गैस बच रहती है क्योंकि वहाँ प्रति दिन दस लाख घन फुट से अधिक गैस उत्पन्न होती है। अवपक गैस का ऊष्मीय मान (कैलोरीफिक वैल्यू) ६५०-७०० ब्रिटिश ऊष्मामात्रक<sup>१</sup> प्रति घनफुट होता है जब कि नगरगैस का यह

<sup>१</sup> British Thermal Unit (B. T. U)

मान साधारणतया ५०० लि० टी० यू० होता है। रसायनज्ञों और उद्योगियों के सह-योग में विकसित विधाओं का अवपक पाचन (मलज डाइजेस्टन) एक उत्कृष्ट उदाहरण है।

**निर्माणी उत्प्रवाही** — औद्योगिक विधाओं से प्राप्त क्षेप्य जल (वेस्ट वाटर्स) के निष्कासन एवं उपचार की समस्याओं के हल में रसायनशास्त्र ने जो योगदान किया है उसके कारण उसमें पिछले कुछ दशकों में बड़ी महत्वपूर्ण प्रगति हुई है। यद्यपि प्रथमतः ऐसे जल द्वारा होनेवाली जन-स्वास्थ्य की हानि एवं जल का दूषण रोकने के लिए इन समस्याओं का अध्ययन किया गया था। लेकिन आगे चलकर इन अनुसन्धानों में बहुमूल्य पदार्थों के अपव्यय एवं हानि को रोकने और उपयोगी उप-पदार्थों का उत्पन्न करने में बड़ी सहायता मिली है। 'वाटर पोल्युशन रिसर्च बोर्ड' का दुग्धोद्योग के क्षेप्य जल संबंधी कार्य इसका बड़ा अच्छा उदाहरण है। इन कार्यों में दूध और छाछ तथा तक्र जैसे उपजात पदार्थों की हानि की ओर लोगों का ध्यान आकृष्ट हुआ। दूध एकत्र एवं वितरण करनेवाले स्थानों से तथा पनीर और नबनीत की निर्माणियों में ये बहुमूल्य पदार्थ क्षेप्य जल के रूप में बह जाया करते थे। उपर्युक्त अनुसन्धानों से यह ज्ञात हुआ कि कुछ मरल पूर्वोपायां (प्रिक्वॉरन्स) अथवा सशोधनों से दूध की यह हानि बहुत कम की जा सकती है। अनुमान है कि इस हानि को रोकने में ग्रेट ब्रिटेन में प्रति वर्ष १००,००० पीण्ड की बचत हो सकती थी।

**जल-परीक्षण** — जनस्वास्थ्य की सुरक्षा के लिए सतत सावधानी की परमावश्यकता है। इसी हेतु जलप्रदाय पर भी कड़ी दृष्टि रखनी पड़ती है। ग्रेट ब्रिटेन में मल तथा निर्माणी उत्प्रवाही (ट्रेड एफ्ल्युयेण्ट्स) द्वारा नदियों एवं भूमिगत स्रोतों, विशेष कर चाक और चूनापत्थर के विदीर्ण स्तर के नीचे से प्राप्त जल के दूषण की भारी आशंका होती है। इसलिए प्रशिक्षित रसायनज्ञों एवं जीवाणुविकीविदों के पर्यवेक्षण में उपचार-पूर्व एवं पश्चात् जल के नमूने लेकर उनकी पूर्ण परीक्षा करना बहुत जरूरी है। इसमें अलोपचार की रीतियों के नियंत्रण में बड़ी सहायता मिलती है और इस बात की प्रतिभूति होती है कि जनता द्वारा प्रयुक्त होनेवाले जल में किसी अवस्था में कोई हानिकारक रासायनिक या जैविक अथवा रोगोत्पादक प्राणी उपस्थित न हो।

**उपसंहार** — उपर्युक्त सद्वर्तन में जलप्रदाय, आरोग्यप्रबन्ध, निर्माणी उत्प्रवाही का निष्कासन तथा भूमिगत स्रोतों एवं नदियों से प्राप्त जल के दूषण की रोकथाम-

संबन्धी कार्यों की प्रगति की चर्चा की गयी है तथा यह दर्शाने का प्रयत्न किया गया है कि इनमें रसायन-शास्त्र का कितना ज्ञान एवं रसायनज्ञों का कितना प्रयास निहित है। रसायनज्ञों और इंजीनियरों के सहयोग का ही यह परिणाम है कि इन आविष्कारों का मानव समाज के कल्याण के लिए इतना उत्तम प्रयोग किया जा सका है। सच्ची सफलता के लिए ऐसे सहयोग की परम आवश्यकता होती है और भविष्य में केवल रसायनज्ञों एवं इंजीनियरों का ही सहयोग नहीं बरन् जीवाणुविदों और जैविकीविदों का सहयोग भी आवश्यक होगा।

उत्तम जलप्रदाय एवं आरोग्य प्रबन्ध की कुशलता से जनस्वास्थ्य में निश्चय उन्नति हुई है, इसके उदाहरण के लिए निम्नलिखित आंकड़े देखने योग्य हैं। १८-८१-१८९० ई० के बीच वाले दशक में इंग्लैंड और वेल्स में टाइफाइड ज्वर से प्रति वर्ष मरनेवालों की औसत संख्या ५,४०१ और जनसंख्या के अनुपात में प्रति सहस्र ०.२ थी। १९३८ ई० में यह संख्या घटकर १६३ रह गयी। अथवा जनसंख्या अनुपात प्रति सहस्र ०.००४ हो गया था। टाइफाइड से होनेवाली यह मृत्युसंख्या आज से ५०-६० वर्ष पूर्व इसी से होनेवाली मृत्युसंख्या का केवल ०.५ प्रतिशत है।

### ग्रन्थसूची

- FRANCIS, T. P. : *Modern Sewage Treatment*. Contractors' Record, Ltd.  
 JAMES, G. V. : *Water Treatment*. Technical Press, Ltd.  
 MARTIN, A. J. : *Work of the Sanitary Engineer*. Macdonald & Evans.  
 MAXWELL, W. H. : *Water Supply Problems and Developments*. Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd.  
 THRESH, BEALE AND SUCKLING : *Examination of Water and Water Supplies*. J. & A. Churchill, Ltd.  
 VEAL, T. H. P. : *Disposal of Sewage*. Chapman & Hall, Ltd.  
 WATER POLLUTION RESEARCH BOARD OF THE DEPARTMENT OF SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH : *Annual Reports*. H. M. Stationery Office.  
 WATER POLLUTION RESEARCH BOARD OF THE DEPARTMENT OF SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH : *Summary of Current Literature*. H. M. Stationery Office.  
 WILSON, H. M., AND CALVERT, H. T. : *Trade Waste Waters, their Nature and Disposal*. Charles Griffin & Co., Ltd.



## अध्याय ४

### भेषजिक पदार्थ

[ भेषज, गंध-मेल तथा कान्तिद्रव्य ]

#### भेषज

मी० एष० हैन्सायर, एन० बी० बी० एन० (बन्दन),

एन० आर० आर्ट० मी०

ऐतिहासिक मन्त्रों में पता लगता है कि अजकल के माषाग्न प्रयोग में आने-वाले बहुत से भेषजों का ज्ञान प्राचीन एवं मध्यकालीन युगों में भी था। वर्तमान युग के वैज्ञानिक कार्यों के अनुसन्धानों के परिणामस्वरूप उन वैज्ञानिक भेषजों के मन्त्रित्वों का आविष्कार हुआ, जो पहले केवल अग्निकृत रूप में या निम्नार के रूप में प्रान्य थे। ऐसे बहुत से सक्रिय मन्त्रों की रसायनिक संरचना मालूम की गयी तथा उनके मन्त्रित्वों की रीतियाँ भी निश्चित हुईं। प्राकृतिक भेषजों की अपेक्षा उनके शुद्ध सक्रिय मन्त्रों के कुछ विशेष ज्ञान होते हैं। उदाहरणार्थ, उनका रसायनिक निबन्ध स्पष्ट होता है जिसकी वजह से उनकी वैज्ञानिक क्रिया (डिटिनाटोजिकल ऐक्शन) में अदृश्य-बदल नहीं होता। उनके अतिशक्तिशाली सक्रिय मन्त्र प्रान्य होने से और अधिक मन्त्र की नयी रीतियाँ भी बनानी या नकली हैं। जैसे इनमें बहुतों की अपघटन (मलकुटेशन) अथवा जलनशीलता (इन्फ्लेमेटरी) अथवा जलनशीलता (इन्फ्लेमेटरी) शर्त लगाकर उन्हें शरीर में प्रवेश कराना या मरना है। इन मन्त्र-रीतियों में और अधिक अवलोकन (मेडिटेशन) तथा उनके प्रभाव की निश्चिन्ता अधिक होती है तथा उनकी क्रिया भी सीधे-सीधे से होती है। अन्तिम, मन्त्रों का और अधिक उनके उभय उदाहरण है। अन्तिम के प्रयोग का वर्णन अमीगियार्ड तथा मिनी शीरार्ड (पैरिगार्ड) तथा प्राचीन काल के अन्य और अधिक मन्त्रों में मिलता है। लेकिन उनके मुख्य सक्रिय मन्त्र मन्त्रित्वों के आविष्कार सम्बन्ध में नानक

एक जर्मन भेषजज्ञ ने १८१६ ई० में किया, तत्पश्चात् बड़े पैमाने पर इसके निर्माण की व्यवस्था की गयी। सर्वप्रथम सिन्कोना की छाल का प्रयोग पेरू के इकाओं ने ज्वरो की चिकित्सा के लिए किया तथा यूरोप में इसके प्रवेश के बाद पलेटियर और कैंबेष्टाओ ने १८२० ई० में इसके सक्रिय तत्व कुर्नैन का आविष्कार किया। मले-रिया की सफल चिकित्सा के लिए अब सिन्कोना से कुर्नैन का बड़ी मात्रा में निस्सारण होता है।

कार्बनिक रसायन के उत्थान एवं विकास में अनेक औपधीय पदार्थों के गुणों तथा उनके निर्माण की विधियों का अध्ययन किया गया, जिससे रासायनिक उद्योग का बड़ा लाभ हुआ। प्राकृतिक रूप से उत्पन्न होनेवाली मेन्थाल और कपूर जैसी कितनी ही औपधीय वस्तुएँ अब प्रयोगशालाओं में सश्लेषण विधाओं से बना ली जाती हैं। इतना ही नहीं, बल्कि रसायनज्ञों ने अपनी प्रयोगशाला में ऐसी कितनी वस्तुएँ सश्लिष्ट कर ली हैं जो प्रकृति में नहीं पायी जाती लेकिन अनेक पुराने भेषजों की अनु-पूरक अथवा उनके स्थान पर प्रयोग की जा सकती हैं। ली वीग तथा अन्य रसायनज्ञों ने उन्नीसवीं शताब्दी के प्रारम्भिक वर्षों में क्लोरोफार्म तथा क्लोरल जैसे पदार्थ तैयार किये थे, जो आज के महत्त्वपूर्ण भेषज हैं। १८३५ ई० में फ़ेरेडे द्वारा कोलतार से बेन्जीन के एकलन (आइसोलेशन) तथा १८४३ ई० में हॉफमैन द्वारा कोलतार से एकलित पदार्थों के विस्तृत अध्ययन ने ही कार्बनिक यौगिकों की सामान्य प्रतिक्रियाओं सबन्धी हमारे ज्ञान का प्रवर्तन किया।

कार्बनिक यौगिकों की रासायनिक संरचना और उनकी दैहिक क्रिया (फिजियोलॉजिकल ऐक्शन) में सबन्ध की सम्भावना जान लेने से उन्नीसवीं शताब्दी के अन्तिम चरण एवं बीसवीं शताब्दी में प्रयोजन-विशेष के लिए अनेक सश्लिष्ट भेषज बनाये जा सके। ऐसे ही भेषजों के आविष्कार में आधुनिक भैषजिक उद्योग का जन्म हुआ और १९२९ ई० में मारे समार में १५ करोड़ पौण्ड मूल्य के भैषजिक पदार्थों का उत्पादन किया गया, इसमें इस उद्योग का महत्त्व विदित है।

कोलतार से विविध प्रकार के भेषज उत्पन्न किये गये, इनमें से प्रतिपूयिक (एण्टिमेप्टिक), ज्वरघ्न (एण्टिपाइरेटिक), वेदनाहर (ऐनेलजेसिक), औपधीय रजक तथा कुछ विशिष्ट भेषज उल्लेखनीय हैं। १८६० में कोल्बे की सश्लेषण विधि से सैलिसिलेट तैयार किये गये, जो 'विलों' की छाल से प्राप्त सैलिसीन नामक ग्लाइको-साइड के स्थान पर प्रयुक्त होने लगे। इसी प्रकार प्राकृतिक विण्टरग्रीन तेल के स्थान पर मिथिल सैलिसिलेट का प्रयोग होने लगा। सैलिसिलिक अम्ल को एसिटाइल-सैलि-मिलिक अम्ल अर्थात् ऐस्पिरिन के रूप में परिवर्तित करने से उसका वेदनाहर गुण बहुत

वढ जाता है। केवल ग्रेट ब्रिटेन में प्रति वर्ष १३० टन ऐस्पिरोन की सपत होती है। कार्ब-निक संश्लेषण द्वारा उत्पन्न भेषजों में पैरालिडहाइड, क्लोरोब्यूटॉल तथा कारबोमल बड़े महत्वपूर्ण पदार्थ हैं। युद्धकाल में खाजकीटों के नाश के लिए वेन्जाइल-वेन्जोमेट तथा जूओं को, जो टाइफम ज्वर की वाहक होती हैं, मारने के लिए ५० ५० डाइक्लोरो-फिनाइल ट्राइक्लोरोइथेन बड़ा उपयोगी मिद्ध हुआ था।

भेषजिक उद्योग के विकास का समग्र चित्र स्वीचना तो यहाँ मभव नहीं है, परन्तु कुछ महत्वपूर्ण वर्गों के औषधीय रसद्रव्यों पर विचार करने से इस उद्योग के विस्तार तथा उसमें रसायनशास्त्र के योगदान का थोड़ा आभास अवश्य मिल सकता है। दौक्ष-णिक क्षेत्र में अथवा अन्य उद्योगों में हुए अनुसूलनों से यौगिकों के सामान्य गुणों एवं उनकी रामायनिक संरचना का जो ज्ञान प्राप्त हुआ, उसी के उपयोग से नये-नये रामा-यनिक यौगिक तैयार करके भेषजिक उद्योग का विकास हुआ। तथा जैविकीय कार्य-कर्ताओं के सहयोग से रामायनिक संरचना और कायिक (फिजियोलोजिकल) क्रिया के सन्न्य का जो ज्ञान हुआ, उससे बाछित औषधीय प्रभाव उत्पन्न करनेवाले मुनि-श्चित संरचना के नये यौगिक तैयार करने की योजना में सफलता मिली। अनेक वर्गों के यौगिकों को बनाने में इस सिद्धान्त का प्रयोग किया गया। निद्रोत्पादकों (हिप्ना-टिक्स) का बारबिटुरेट वर्ग इसका अच्छा दृष्टान्त है। नेबेलबाउ द्वारा १८९८ ई० में बाबिटोन<sup>१</sup> अर्थात् बेरोनल का आविष्कार हुआ, यह एक प्रतिस्थापित (सबस्टिट्यू-टेड) मेलॉनिक एस्टर<sup>२</sup> और युरिया के संघनन (कॉण्डेन्सेशन) की सामान्य प्रक्रिया से बनाया जाता है। स्वयं बाबिटोन तो डाइइथिल मैलोनिलयुरिया अर्थात् डाइइथिल बाबिटुरिक अम्ल है, लेकिन इसके एक या दोनों इथिल वर्ग के स्थान पर अन्य कार्बनिक मूलक (आर्गेनिक रेडिकल) जोड़ देने से फिनाइलइथिल मैलोनिलयुरिया (फिनो-बाबिटोन, लुमिनल) तथा हेक्झोबाबिटोन (एविपान) जैसे अन्य यौगिक बनाये जा सकते हैं और इस प्रकार के ६० से ऊपर यौगिक बनाये भी गये हैं। इस भेषजवर्ग के यौगिक अपनी-अपनी दैहिक क्रिया में भिन्न भी होते हैं। कुछ की क्रिया बड़ी शीघ्रता से होती है तथा वे थोड़े समय की निद्रा उत्पन्न करते हैं, दूसरों का अवशोषण धीरे-धीरे होता है तथा उनसे लम्बी निद्रा आती है तथा इन्हीं में से कुछ ऐसे यौगिक भी हैं जिनकी मूर्ई लगाकर सामान्य निष्वेतना भी उत्पन्न की जा सकती है। इस वर्ग के विविध क्रियाओं वाले यौगिकों के बन जाने से चिकित्साक्षेत्र में बड़ी सरलता हुई है।

<sup>१</sup> Babbitone

<sup>२</sup> Malonic ester

स्थानिक निश्चेतक (लोकल ऐनेस्थेटिक्स) वर्ग के यौगिकों के विकास में उसी प्रकार की प्रगति हुई है। शरीर के ऊतकों को संवेदनारहित (इनसेन्सिटिव) करने के लिए सबसे पहले कोका की पत्तियों से प्राप्त ऐल्कालायड कोकेन का प्रयोग हुआ था। कोकेन की रासायनिक संरचना जान लेने के बाद कोकेन सदृश ऐसे यौगिकों का संश्लेषण किया गया जो न्यूनाधिक मर्यादा तक अणुरचना (मॉलिक्यूलर स्ट्रक्चर) तथा स्थानिक निश्चेतना उत्पन्न करने में कोकेन के समान थे। इस वर्ग के विभिन्न भेदजों के निश्चेतक गुण कुछ सीमा तक भिन्न-भिन्न होते हैं। उनकी विलेयता, विपायुता तथा अन्य गुणों में भी भेद होता है और इसी कारण उनमें प्रत्येक के अलग-अलग विशिष्ट उपयोग निकाले गये हैं। प्रोकेन हाइड्रोक्लोराइड अर्थात् नोवेकेन सामान्यतः सबसे ज्यादा उपयोगी है; बेन्जोकेन, एमाइलोकेन हाइड्रोक्लोराइड अर्थात् स्टोवेन तथा ऑर्थोकेन (ऑर्थोफॉर्म) के भी अपने-अपने विशिष्ट उपयोग हैं।

फैरेडे और हाफमैन द्वारा प्रतिपादित कोलतारसंबन्धी भौतिक कार्यों के परिणाम-स्वरूप फिनालिक प्रतिपूयिक (ऐण्टीसेप्टिक) का जन्म हुआ। फिनाल इनमें से सर्व-प्रथम था, जिसका एक सामान्य रोगाणुनाशक (डिस्इन्फेक्टेण्ट) के रूप में आज भी प्रयोग होता है। परन्तु आधुनिक समय में कोलतारस्थित अन्य पदार्थों के संश्लेषण से नये-नये फिनालिक प्रतिपूयिक (ऐण्टीसेप्टिक) बनाये गये हैं, ये अधिक सक्रिय एवं अपनी क्रिया में बड़े चुनावशील (सेलेक्टिव) होते हैं। उदाहरणार्थ क्रिमाँल फिनाल से ढाई गुना अधिक सक्रिय तथा कम विपायु होता है। अन्य जटिल फिनालिक यौगिक और भी कम विपायु होते हैं तथा अमिल मेटाक्रिसाल जैसे यौगिक फिनाल से २८० गुना अधिक शक्तिशाली होते हैं। इन फिनालिक यौगिकों में हैलोजेन परमाणुओं का प्रवेश कराकर पैराक्लोरोमेटाक्रिसाल तथा पैराक्लोरोमेटाडाइलिनॉल जैसे पदार्थ तैयार किये गये हैं जो अविपायु (नॉन-टॉक्सिक) होने के साथ-साथ फिनाल से २०० गुना अधिक सक्रिय होते हैं।

क्लोरीन का प्रतिपूयिक (ऐण्टीसेप्टिक) गुण तो बहुत समय से मालूम था लेकिन ज्ञात प्रबलता वाला उसका कोई स्थायी यौगिक प्राप्त न हो सका था। अब क्लोरोमीन जैसे संश्लिष्ट कार्बनिक यौगिक के उत्पादन से क्लोरीन द्वारा प्रतिपूयन (ऐण्टीसेप्सिस) की ऐसी रीति मालूम हो गयी थी जिससे उपर्युक्त कठिनाइयाँ दूर हो गयीं।

कोलतार के ऐंक्रिडीन से संश्लिष्ट ऐंक्रिलैवीन, प्रोपेन्टीन तथा युपेन्टीन रजक बड़े शक्तिशाली एवं चुनावशील प्रतिपूयिक हैं जिनका काफी महत्त्व है। ये रजक युद्ध-ज्रणों (वारबुण्ड्स) के भरणे में बड़े प्रभावी हुए हैं, क्योंकि दैहिक द्रवों की उपस्थिति

में तथा घाव पूजने की साधारण क्रिया को किसी प्रकार अवरुद्ध किये बिना ये रंजक पदार्थ जीवाणुओं को नाश करने में सफल होते हैं। त्रिस्टलवायलेट, त्रिलियेष्ट ग्रीन तथा मैलाकाइट ग्रीन जैसे त्रिफिनाइलमिथेन रंजकों में अधिक चुनावशीलता प्राप्त की जा सकी है। मरक्युरोक्रोम एक ऐसा यौगिक है जिसमें पारद (मरकरी) तथा फ्लोरोसेरीन रंजक दोनों के प्रतिपूयिक गुणों का समन्वय है। जीवाणुनाशन में अपने विशिष्ट प्रभाव के कारण युद्धकाल में पेनिसिलीन अत्यन्त उपयोगी मिद्ध हुई। एक विशेष आति की कफूद से इसका निस्सारण किया गया था।

१८५३ ई० में जेरहार्ट द्वारा एसेटेनिलाइड के निर्माण से ही सश्लिष्ट वेदनाहरो का उत्पादन प्रारम्भ हुआ था। परन्तु एसेटेनिलाइड में कुछ विपाणुता थी अतः अनुगामी अनुसन्धानों के फलस्वरूप १८८३ ई० में फिनेसेटीन, १८८७ ई० में फिनाजोन तथा १८९६ ई० में अमिडोपाइरीन का उत्पादन हुआ। फिर भी जैसा पहले बताया जा चुका है, ऐस्परीन सर्वाधिक लोकप्रिय वेदनाहर के रूप में प्रयुक्त होती रही।

रसचिकित्सी भेषजों (कीमोथिराप्युटिक ड्रग्स) का सश्लिष्ट औपधीय रसायन में एक परम महात्वपूर्ण वर्ग है। इन भेषजों की विशेषता यह है कि जहाँ ये सन्नामक प्राणियों (इन्फेक्टिंग ऑर्गेनिज्म) के लिए विपाणु होते हैं वहाँ शरीर-ऊतकों के लिए निरापद होते हैं। इस शताब्दी के प्रारम्भ में एर्जालिक और शीगा ने अपने कार्यों द्वारा यह प्रदर्शित किया कि आर्मेनिक जम्ब तथा ऐनिलीन को एक साथ गरम करने से उत्पन्न होनेवाले 'एटॉक्सिल' नामक कार्बनिक आर्मेनिकल यौगिक में आतिथेय (होस्ट) को मारे बिना ही शरीरस्थित ट्राइपैनोजोमो को नाश करने की क्षमता थी। परन्तु इस पदार्थ की विपाणुता भी आवश्यकता से अधिक थी जिसकी वजह से अन्य अनुसन्धान करने पड़े और १९०६ ई० में आर्सेफिनामीन अर्थात् 'सालवार्सन ६०६' का आविष्कार हुआ। यह नया पदार्थ प्रोटोजोआई पराश्रयियों के लिए अति-घन्य विपाणु था परन्तु आतिथेय के लिए अपेक्षाकृत निरापद रहा। आगे चलकर इससे अधिक विधेय एवं सुविधाजनक कार्बनिक आर्मेनिकल यौगिक के रूप में 'नियो-आर्सेफिनामीन' अर्थात् 'नियोसालवार्सन' निकला तथा आन्तरपेक्षी (इन्ट्रामस्क्युलर) सूई लगाने के लिए सल्फमसफिनामीन निकाला गया। ये सभी भेषज आजकल उप-दश की चिकित्सा के लिए अत्यन्त महत्त्वपूर्ण साधन हैं। ट्राइपेसामाइड एवं एसे-टासाल भी इसी प्रकार के यौगिक हैं, जिनमें आर्सेनिक त्रिमयुज (ट्राइवैलेण्ट) अवस्था में होता है तथा जो उष्णदेशीय रोगों के उपचार के लिए प्रयुक्त होता है।

रसचिकित्सा अर्थात् रसद्रव्यों द्वारा रोगों की चिकित्सा में रसायनज्ञों एवं भेषज-क्रियाज्ञानियों (फार्माकालोजिस्ट्स) के सहयोग से बड़ी महत्त्वपूर्ण प्रगति हुई है।

इसी महद्योग के परिणामस्वरूप उत्पन्न क्वीनोलीन की व्युत्पत्ति पामाक्वीन अर्थात् प्लैग्मोक्वीन, तथा ऐन्डीडीन की व्युत्पत्ति मेपात्रोन हाइड्रोक्लोराइड अर्थात् एटेडीन-सदृश यौगिक शरीर में मलेरियाई पराश्रयियों के लिए विनिष्ट विष सिद्ध हुए परन्तु आतिथेय के लिए निरापद। अतः आजकल ये पदार्थ मलेरिया की चिकित्सा के लिए व्यापक रूप से प्रयुक्त हो रहे हैं। सल्फोनामाइड और उमकी व्युत्पत्तियाँ रसचिकित्सीय यौगिकों के नवीन विकास का केन्द्र बन गयी हैं। १९३५ ई० में डोमाक ने प्रॉण्टोसिल नामक एक गाढ़े लाल रंगवाले मशिल्ट अजो रजक के रोगानुनाशक गुणों का आविष्कार किया। उन्होंने दिखाया कि यह रजक प्रभूतिग्वर (प्योरपेल फीवर), शोणत्वग्वर (स्कारलेट फीवर) तथा अरुणचर्मता (इराइसेपेलस) नामक रोगों के मूल कारण हिमोर्लिटिक स्ट्रेप्टोकोक्काई के नाश करने में बड़ा सक्रिय है। इस वर्ग के और यौगिक भी प्रयोग किये जाते हैं, जैसे सल्फैनील अमाइड स्ट्रेप्टोकोक्कीय सन्क्रामणों के विरुद्ध अति उपयोगी है और निमोनिया उत्पन्न करनेवाले जीवाणुओं को नाश करने में सल्फापिरिडीन बड़ा सक्रिय है। रसायनज्ञों की प्रतिभा एवं प्रयास से अनेक ऐसे यौगिक बने जिनकी संरचना उनमें परमाणुओं के विविध समूहों के प्रतिस्थापन के कारण भिन्न-भिन्न थी। विभिन्न सन्क्रामणों पर इन यौगिकों की क्रियाओं का अध्ययन भी किया गया। फलस्वरूप सल्फाडियजीन, सल्फायाम्थोल, सल्फाक्वा-निडीन तथा ४-अमीनो-मिथिलसल्फोनामाइड अर्थात् मर्फैनील जैसे आज के उपयोगी भेषज हमें प्राप्त हुए हैं।

१८४९ ई० में फ्रैंकलैण्ड द्वारा निर्मित मर्करी ऐल्किल पहले केवल दौर्भागिक महत्त्व के यौगिक समझे जाते थे। परन्तु अब मर्वाफेन (नोबामुरॉल) तथा मर्सिलिल (सैलिंगन) जैसे मर्करी के जटिल कार्बनिक यौगिक, जो सारत प्रारम्भिक सरल मर्करी ऐल्किलों की ही तरह हैं, बड़े प्रभावी मूत्रवर्धक के रूप में प्रयुक्त हो रहे हैं। इन भेषजों की मूर्ई लगायी जाती है।

हारमोनो के विज्ञान का भी बड़ी तेजी से विकास हो रहा है तथा रसायनज्ञ उनकी रासायनिक संरचना के अध्ययन तथा उनके संश्लेषण और उत्पादन में मग्न हैं। ऐंड्रिनलीन एक उत्तम उदाहरण है। १९०१ ई० में टाकामीन तथा ऐल्ड्रिच ने उप-वृक्क ग्रन्थियों (ऐंड्रिनल ग्लैंड्स) से एक केलासीय पदार्थ का एकलन किया था। उपवृक्क ग्रन्थि-निस्सार में रक्तचाप बढ़ानेवाला यही पदार्थ था, जिसे 'ऐंड्रिनलीन' की मज्ञा प्राप्त हुई। इस घटना के बाद इसके गुणों का व्यापक अध्ययन किया गया तथा इसका संश्लेषण भी कर लिया गया है। कैंटेचॉल से संश्लेषण करके अब इसका बड़े पैमाने पर उत्पादन किया जाता है। यह आज के चिकित्सीय जगत का एक महत्त्व-

पूर्ण भेषज है। इस सदम में माहौंग (Ma Haung) नामक एक चीनी पौधे से प्राप्त ऐल्कलायड (एफिड्रिन) का उल्लेख करना भी आवश्यक है। यह पदार्थ रामायनिक संरचना एवं दैहिक क्रिया में ऐड्रिनलीन से बहुत कुछ मिलता जुलता है। अन्य सबन्धित यौगिक भी बनाये गये हैं और उनके दैहिक प्रभाव भी उन्हीं प्रकार के हैं।

इन्सुलीन भी भेषजिक जगत का एक बड़ा उत्कृष्ट चिकित्सीय पदार्थ है। १९२२ ई० में वैण्टिंग और बेस्ट ने अपने दैहिकीय प्रयोगों द्वारा यह दिखाया कि पैन्क्रियास के लैंगरहेन्स द्वीपों में एक ऐसा पदार्थ होता है जो शरीर में शर्करा-चयापचय (मेटाबोलिज्म) को नियंत्रित करता है। रामायनिक निर्माण के साधारण सिद्धान्तों के प्रयोग से इस पदार्थ का एक ऐसा सादृष्ट रूप बनाना संभव हुआ जिसकी सूई लगाकर मनुष्यों के मधुमेह रोग का नियंत्रण किया जा सके। इन्हीं जीवरसायनिक अनुसन्धानों के आधार पर आज मधुमेह की सारी चिकित्सा का विकास आधारित है तथा यह रोगोपचार में जीवरसायन के प्रयोग की भारी विजय मानी जाती है। कालान्तर में ऐब्रेण ने भेड़ों के पैन्क्रियास से केलामीय इन्सुलीन पृथक् किया। इसमें संदेह नहीं कि इन्सुलीन की रामायनिक संरचना भी दीर्घ ही जान हो जायगी और तब मश्लेषण द्वारा इसका उत्पादन संभव हो जायगा। इन्सुलीन की क्रिया पर धातुओं के प्रभाव के जीवरामायनिक अध्ययन से उसके सेवन (ऐडमिनिस्ट्रेशन) की रीतियों में बड़ी उन्नति हुई और आजकल यसद (ज़िंक) मिश्रित इन्सुलीन का बराबर प्रयोग हो रहा है।

मनुष्यशरीर के चयापचय में गलग्नत्वियाँ (थायरॉयड ग्लैंड्स) का बड़ा महत्वपूर्ण प्रभाव है और इसकी हीनता के बड़े घमभीर कुप्रभाव होते हैं। गत काल में इन कुप्रभावों के निराकरण के लिए गलग्नत्वियों का सूखा घूर्ण अथवा उसका निस्सार सफलतापूर्वक प्रयुक्त होता रहा। परन्तु १९१५ में केण्डाल ने पशुओं की गलग्नत्वियों से एक सक्रिय पदार्थ (थायरॉक्सीन) निकाला। १९२६ में हैरिंगटन तथा बार्जर ने थायरॉक्सीन की रामायनिक रचना भी निश्चित कर ली तथा मश्लेषण द्वारा उसकी पुष्टि की और अब तो यह मश्लेषण रीति में बनायी भी जाने लगी है।

पोषग्रन्थि (पिट्यूटरी) हार्मोना के सन्ध में हमारा ज्ञान अब भी अपूर्ण है, इसी लिए केवल प्राकृतिक ग्रन्थियों में बनी सूई लगानेवाली औषधें प्राप्य हैं। परन्तु इन औषधों के इतने उपयोग हैं कि रसायनज्ञों एवं जीवरसायनज्ञों द्वारा इनके अध्ययन एवं रहस्योद्घाटन की महान् संभावनाएँ हैं।

लिग-हार्मोनों के अध्ययन की समस्या काफी कठिन एवं जटिल है। यद्यपि जीवरसायनज्ञों ने इस दिशा में भी बड़ी तत्परता दिखाई है तथा स्टिलबोस्ट्रॉल नामक

जब इसके स्थान पर मिर्जिप्योन नामक एक सरल परन्तु समानप्रभावी शुद्ध मसिल्लिष्ट रामायनिक यौगिक प्रयुक्त होने लगा है। विटामिन पी भी साइट्रस जाति के फलों से शुद्ध अवस्था में एकलित कर लिया गया है। इस विटामिन का प्रभाव रुधिरकोशाओं की भंगुरता (फ्रैजिलिटी) पर पड़ता है।

भैषजिक क्षेत्र में ऐसे अनेक रसद्रव्यों का प्रयोग होना है जो धन्य और उद्योगों में प्रयुक्त होते हैं, लेकिन भेद केवल यह है कि भैषजिक प्रयोजनों के लिए उनकी विशिष्ट शुद्धता परमावश्यक होती है। सल्फ्यूरिक अम्ल, सोडियम कार्बोनेट, पोटैशियम बायो-डाइड तथा फेरम सल्फेट का विशेष शोधन करके उनको आर्मेनिक तथा लेड जैसी हानिकारक अशुद्धियों से मुक्त किया जाता है। भैषज के रूप में काम आनेवाले नये अवार्चनिक पदार्थों में मैमोमियम त्रिमिलिकेट तथा शोधित कैओलीन उल्लेखनीय हैं। भैषजिक क्षेत्र में रसायनज्ञों का योगदान यही तक सीमित नहीं है बल्कि भैषजों के औपचार्य गुणों के परीक्षण एवं मानकीकरण की उपयुक्त रीतियाँ निकालकर उनके द्वारा उनका श्रेणीनियंत्रण करना भी भारी जिम्मेदारी का काम है।

### ग्रन्थसूची

- BENNETT, R. R., AND COCKING, T. T. *Science and Practice of Pharmacy*. J. & A. Churchill, Ltd.
- British Pharmacopoeia*, 1932, and *Addenda* Constable & Co., Ltd.
- British Pharmaceutical Codex* 1936, and *Supplements* The Pharmaceutical Press
- DYSON, G. M. *Chemistry of Chemotherapy*. Ernest Benn, Ltd.
- EVERS, N. *Chemistry of Drugs*. Ernest Benn, Ltd.
- FOURLEAU, E. *Organic Medicaments and their Preparation* Translated by W. A. Silvester J. & A. Churchill, Ltd.
- GRIER, J. *History of Pharmacy* The Pharmaceutical Press.
- HENRY, T. A. *Plant Alkaloids*. J. & A. Churchill, Ltd.
- MAY, P., AND DYSON, G. M. *Chemistry of Synthetic Drugs*. Longmans, Green & Co., Ltd.
- PARTINGTON, J. R. *Origins and Development of Applied Chemistry*. Macmillan & Co., Ltd.



## गंध-तेल

पसी सी० सी० इसरउड, ओ० वी० ई०, पी-एच०

डी० (उज्ज्वर्ग), एफ० आर० आई० सी०

गंध-तेल (इसेन्दाल आयल) अधिकांशतः सुगन्धित वनस्पतियों के भापासवन (स्टीम डिस्टिलेशन) से प्राप्त किये जाते हैं, इसी लिए उन्हें वाष्पशील तेल (वोलाटाइल आयल) भी कहते हैं। ये गंधतेल वनस्पतियों के विभिन्न भागों में होते हैं अतः उनके उत्पादन के लिए भागविशेष का ही प्रयोग किया जाता है। उदाहरणार्थ जीरा, मिलरी, इलायची, सौंफ के तेल उनके बीजों से, पिमेण्टो और जुनिपर के तेल बदर्बियों से, दूकू, वे और पक्षौली तेल पत्तियों से, गुलाब, लागलाग और अरिञ्ज च्लानम तेल पुष्प-पटलों से प्राप्त किये जाते हैं। लवंग तेल कलियों से तथा चन्दन और सिङ्गार तेल उनके काष्ठों से निकाले जाते हैं। बेटिवर्ट और एञ्जेलिका के लिए जड़ों का तथा जिजर और ओरिस के लिए आकड़ों (राइजोम) का भापासवन किया जाता है तथा पिपरमिण्ट के लिए पूरे सूखे पौधे का। बादाम और सरसों की विशेषता यह है कि उनके गंधतत्त्व संयुक्त अवस्था में होते हैं इसलिए गंधतेल के आसवन के पूर्व एञ्जाइम क्रिया से यौगिकविशेष का विच्छेदन करना आवश्यक होता है।

वाष्पशील तेलों के उत्पादन के लिए यद्यपि विभिन्न विलायकों द्वारा निस्सारणरीति भी अपनायी जाती है लेकिन भापासवन-रीति ही सामान्यतः प्रचलित रही है। सूखी अथवा जलमिश्रित वनस्पतियों में भाप का प्रवेश कराया जाता है, कभी कभी तेल की प्रकृत्यनुसार उच्च-दाब भाप भी प्रयुक्त होती है और कभी जल के साथ केवल उबालना ही पर्याप्त होता है, क्योंकि उच्च-दाब भाप के उच्च ताप से कुछ अस्यायी सुगन्धित पदार्थ नष्ट हो जाते हैं। भापासवन के लिए प्रयुक्त होनेवाले आन्तोट (स्टिल) इतने बड़े होते हैं कि उनमें टनो वनस्पतियाँ आ जाती हैं। इन वनस्पतियों द्वारा पार होनेवाली भाप को सघनित करके आमुत में से जल और तेल को पृथक् कर लिया जाता है। छालों और काष्ठों के आसवन के पहले उन्हें कूट लेना आवश्यक होता है। यहाँ यह बताना आवश्यक है कि नीबू, नारंगी तथा बगमोट जैसे साइट्रस वर्ग के तेल उपयुक्त फलों के छिलकों को निचोड़कर प्राप्त किये जाते हैं।

उपयुक्त रीतियों से प्राप्त गंधतेलों का प्रयोग विविध रूप से किया जाता है। उनके औषधीय गुण भी होते हैं तथा उन्हें खाद्य सामग्रियों के सुवासन के लिए भी इस्तेमाल किया जाता है। इनके अतिरिक्त परिमल-प्रयोजनों (परफ्यूमरी परपज), साबुन एवं कान्ति-द्रव्यों के लिए भी इन तेलों का अच्छा प्रयोग होता है। परन्तु यह सब उनके महत्व एवं

उपयोगिता के बड़े लघु उदाहरण हैं, क्योंकि रसायनज्ञों ने अपनी प्रतिभा से ऐसे अनेक पदार्थ उत्पन्न किये हैं, जिनमें से कुछ तो बड़े जटिल भौतिक हैं। इन पदार्थों के उत्पादन के लिए सुगन्धित वनस्पतियों के निष्कारण से एकत्रित मुख्य मघटकों का प्रयोग किया गया है। उदाहरणार्थ 'युजिनाल' का उल्लेख किया जा सकता है। यह लवंगनेल का मुख्य मघटक है और इसके क्रियाकरण से वैनिलीन नामक सुविख्यात सुगन्धित पदार्थ उत्पन्न किया जाता है। अपनी प्राकृतिक अवस्था में वैनिलीन वैनिटा बीजों में विद्यमान होता है। दूसरा उदाहरण मैफांट का है, यह कर्पूरनेल में होता है और इसी में रिपरीनल अथवा हीलियोट्रोपीन नामक ऐन्डीहाइट बनाया जाता है, जो माइन बनाने तथा अन्य परिमल प्रयोजनों के लिए बड़ा उपयोग किया जाता है। नीबू एवं नींबू घाम-तेलों का आश्चर्यजनक गन्ध के मूल कारण सिद्ध हैं जो आयोगेनोस वर्ग के अनेक पदार्थ तैयार किये जाते हैं। इन्हीं आयोगेनोस के अनुकरण से बायलेटो की गन्ध उत्पन्न होती है।

१९३७ ई० में कुन और माग्मि ने इन्हीं आयोगेनोसों में से एक बीटा आटोमोर को लेकर विटामिन ए का संश्लेषण प्रारम्भ किया था। एक और उदाहरण टर्पेन्टाइन का है जिसमें टर्पेनिनोस नामक एक कांष्ठ ल बनाया जाता है। इसमें लिन्दैक-सदृश बड़ी तीव्र गन्ध होती है जो वही स्याही भी होती है, माइन बनाने तथा बहुत से अन्य कामों के लिए इसका बड़ा व्यापक प्रयोग होता है। टर्पेन्टाइन के एक दूसरे मघटक पाटनीन को पृथक् करके उसी में सिलिलिट कपूर बनाया जाता है। अनदर्थ प्रथम पाटनीन को कैम्फीन के रूप में परिवर्तित किया जाता है और तब कैम्फीन के आक्सीकरण से कैम्फर अर्थात् कपूर तैयार किया जाता है।

यूकैलिप्टस प्रजाति (जीनम) के वृक्षों में विविध निबन्ध' वाले गन्धनेल प्राप्त किये जाते हैं, जैसे यूकैलिप्टस टाइम्स में रिपरीटोन नामक एक कीटोन होता है जिसकी गन्ध रिपरीनिल के समान होती है। रिपरीटोन के आक्सीकरण से थोडमोल नामक सुगन्धित प्रतिपुष्पित प्राप्त होता है। अत्रवाटन तथा वाटम लेवो में उसके एकलन की तुलना में थोडमोल प्राप्त करने की यह गति अधिक मन्नी है। इसके अलावा रिपरीटोन के निचित्रित हाइड्रोजन में सिलिलिट सेन्थाल उत्पन्न होता है।

परन्तु रसायनज्ञों के प्रयत्नों और प्रयासों का यही अन्त नहीं होता। वास्तविक तौरों में प्राकृतिक रूप में विद्यमान पदार्थों के एकलन एवं उनकी संश्लेषणा के अध्ययन से रसायनज्ञ उन पदार्थों को अन्य स्रोतों तथा गीतियों में प्राप्त करने में भी सफल हुए

है। इस सन्ध में कुमारीन की चर्चा की जा सकती है, यह टोका बीनो तथा डिअर टग की पत्तियों में होती है और कदाचित् न्यू-मोन-हे की सुगन्ध का कारण भी कुमारीन ही है। यही कुमारीन आजकल सैलिसिलिक ऐंटीहाइड से सस्लेपण द्वारा व्यापक रूप में उत्पन्न की जाती है।

डाइकीटोन-डाइएमिटिल नामक पदार्थ अनेक प्रकार के गन्धतेलों में, विशेषकर ऐंजेलिका, माइग्रेस, सैंबिन, कैंरेवे, चन्दन, वे, ओरिग तथा वेटिवर्ट में होता है और अब सस्लेपण द्वारा तैयार किया जाता है, क्योंकि तबमान समय में इसका बहुत बड़ा आर्थिक महत्त्व है। खाद्य वसाओं तथा अन्य खाद्य पदार्थों में नवनीत-गंध देने के लिए इसका व्यापक प्रयोग होता है तथा इन बनाने में भी इसका कुछ इस्तेमाल होता है।

प्राकृतिक गन्धतेलों के स्थान पर कृत्रिम रूप से उत्पन्न तेलों के प्रयोग के भी दो अच्छे दृष्टान्त हैं। घादाम के गन्धतेल के लिए बेन्जिल-हाइड्रेट का प्रयोग तथा विण्टर-ग्रीन तेल के स्थान पर मिथिल सैलिमिलेट का प्रयोग उल्लेखनीय है। अमली मरसो के तेल के स्थान पर नकली तेल भी चल पड़ा है।

### ग्रन्थसूची

- FINNEMORE, H. . *The Essential Oils*. Ernest Benn, Ltd.  
 GILDEMEISTER, E. . *The Volatile Oils* (Translated by E. Kremers).  
 Longmans, Green & Co., Ltd  
 PARRY, E. J. : *Encyclopaedia of Perfumery*. J. & A. Churchill, Ltd.  
*Perfumery Essential Oil Record* G Street & Co., Ltd.

### कान्ति-द्रव्य

एच० स्टैनले रेडग्रोव, वी० एस-भी० (लन्दन), एफ० आर० आई० सी०

कान्ति-द्रव्यों (कास्मेटिक्स) की कला बड़ी प्राचीन है। मिस्र की खुदाई में प्राप्त सिलेखों से पता चलता है कि अति प्राचीन काल से ही व्यक्तियों को सुन्दर बनाने के लिए अनेक प्रकार के रंग, लेपों तथा स्रवटनों का प्रयोग होता रहा है। लेकिन अपनी त्वचा की सुरक्षा करने अथवा उसे सजाने में वारने या अपने केशों के रंग बदलने तथा अपने हाथ पैर की अँगुलियों एवं नखों को रंगकर अलङ्कृत करने की यानी अपना कामा-कर्षण (सेक्स अपील) बढ़ाने की स्त्रियों में सामान्य आज्ञा को अभी कुछ ही समय पूर्व

तक वैज्ञानिकों के लिए विचारणीय विषय नहीं माना जाता था। चिन्तु अब यह माना जाने लगा है कि अपनी उपर्युक्त आकांक्षा की पूर्ति करके स्त्रियाँ केवल अपनी जैविकीय आवश्यकता ही पूरी नहीं करती बल्कि उनके द्वारा समाजसेवा भी करती हैं। इन बान को छोड़कर भी यदि 'इम्पोर्ट इयूटीज ऐक्ट' की रिपोर्ट में प्रकाशित १९३३ के विभिन्न वस्तुओं के उत्पादनसंबन्धी अंकों को देखा जाय तो आश्चर्य होगा कि कान्ति-द्रव्यों की अत्यधिक मात्रा पुरुषों के प्रयोगार्थ तैयार की गयी थी और बेगनीम, क्षौर-त्रीम तथा क्षौरवात्रुन जैसे पदार्थ तो एकमात्र पुरुषों के लिए बाजार में बिकने हैं।

कान्तिद्रव्य-औद्योगिकी में रसायनविज्ञान का उपयोग तो अभी बहुत हाल से ही किया जाने लगा है। लेकिन इस छोटे समय में ही इतना प्रगति हुई है।

आलकारवस्तुओं (ब्यूटी प्रॉडक्ट्स) को उनके उपयोगों के अनुसार चार मुख्य वर्गों में विभक्त किया जा सकता है—(१) आलकारिक (डिकोरेटिव), (२) शोभक (क्रेडिटिव), (३) रक्षक (प्रोटेक्टिव) तथा (४) चिकित्सीय (थिराप्युटिक)।

प्रथम वर्ग में नेत्र-रंगलेन (नेट पेन्स), केच-प्रणाभ (हेयर लैंकर्स) तथा लिप-स्टिक हैं, जिनका उपयोग एवमात्र आलकारिक प्रयोजन में ही किया जाता है। लेकिन उनके रंग दाँतों के स्वाभाविक वर्ण में कोई भेद नहीं खाते।

द्वितीय वर्ग में हल्के मुखपाउडर, कुकुमी (राउबेज) तथा लिपस्टिक सदृश वस्तुएँ हैं, जिनका रंग गाल अथवा होठ के प्राकृतिक गुलाबी रंग से बहुत भिन्न नहीं होता तथा जिनका प्रयोग बदन के कुछ दोषों को छँककर उसे अधिक प्यारा अथवा आकर्षक बनाने के लिए किया जाता है।

तृतीय वर्ग की वस्तुओं का प्रयोग त्वचा को सूर्यदाह अथवा अन्य प्रकार के विगोपनों (एक्सपोजर) से बचाने के लिए किया जाता है, डेन्कीम, भारी मुख पाउडर तथा अन्य विशिष्ट पदार्थ इनके उदाहरण हैं।

हरे नेत्र-रंगलेन जैसे सर्वप्रथम कान्तिद्रव्य प्राचीन मिस्र की स्त्रियों द्वारा अपनी सुन्दरता बढ़ाने के ही लिए इस्तेमाल किये जाते थे अतएव इनकी गणना प्रथम वर्ग में ही की जानी चाहिए। लेकिन इनके बाद कुछ ऐसी वस्तुएँ भी बनीं जो खोयी हुई सुन्दरता के स्थायी पुनःस्थापन (रिस्टोरिंग) का दावा करनी थीं, परन्तु दुर्भाग्यवश इनका दावा मचमुच कभी पूरा नहीं हुआ और ये सदा ही वञ्चकों द्वारा लोगों के शोषण के साधन बनीं रही। कान्तिद्रव्यों की कुवैद्यता यद्यपि अभी मरी नहीं फिर भी सचुक्क राज्य अमेरिका में पारित अधिनियमों में उसे आघात अवश्य हुआ है तथा व्यापकतया कान्ति-द्रव्य उद्योग का कल्याण हुआ।

चौथे वर्ग के पदार्थों का सबन्ध अधिकतर औषधीय विज्ञान से है अतः उनके सबन्ध

में यहाँ विशेष कोई चर्चा न करके अन्य तीन वर्गों के कान्तिद्रव्यों पर ही अधिक जोर दिया जायगा।

कान्तिद्रव्यों के विकास में रसायनविज्ञान ने जो योगदान किया है उसका सारांश इस प्रकार है—अधिक निरापद एवं उपयुक्त पदार्थों के आविष्कार से अपकारक (नॉक्सम) वस्तुओं का प्रचलन प्रायः बन्द तथा अधिक सुन्दर वस्तुओं का उत्पादन सम्भव हो गया है। कुछ विशेष समस्याओं का भी अन्वेषण किया गया तथा बहूतों का समाधान भी। इन अनुसन्धानों का क्षेत्र यद्यपि बड़ा विस्तृत है, फिर भी यहाँ कुछ दृष्टान्तों का वर्णन किया जायगा।

एक समय ट्वालेट लोशनों, मुखपाउडरों तथा आवसा एग्लेपो' के निबन्ध में द्रवैत सीस (व्हाइट लेड) अर्थात् सफेदा एक माधारण परन्तु आवश्यक संघटक हुआ करता था। उसके विषालु गुणों को जान लेने पर उसका प्रयोग बन्द कर दिया गया तथा उसके स्थान पर यस्तद आक्साइड प्रयुक्त होने लगा। यस्तद आक्साइड अपने अपारदर्शक गुण के कारण प्रचलित हुआ था लेकिन आजकल उसको भी हटाकर टिटैनियम टिआक्साइड इस्तेमाल होने लगा है। टिटैनियम टिआक्साइड की विशेषता इसलिए मानी गयी है कि उसकी अपारदर्शिता अधिक तथा घनत्व कम होने के साथ साथ वह रासायनिक रूप से एवं दैहिकतया सर्वथा निष्क्रिय होता है। इसके प्रयोग का प्रथम सुझाव इम लेख के लेखक (एच० स्टैनले रेडग्रोव) द्वारा १९२९ में किया गया था तथा प्रगतिशील निर्माताओं द्वारा अपनाया भी गया था।

महारानी एलिजाबेथ की घोषणानुसार डोवर की चोटियों में लाये गये चाक का बना मुखपाउडर ही सर्वोत्तम था। लेकिन उस खनिज चाक के स्थान पर आजकल अवक्षेपण रीति से बना चाक काम में लाया जाता है। रासायनिक द्रव्य से निर्मित इस चाक की भौतिक अवस्था एवं दृढ़ता के दृष्टे लाभ है। मुखपाउडर अथवा दन्तक्रीम बनाने सदृश विशिष्ट प्रयोजनों के लिए इसकी विशिष्ट श्रेणियाँ उत्पन्न करना रासायनिक रीतियों द्वारा ही सम्भव हुआ है।

चीनी मिट्टी अथवा केयोलिन भी मुखपाउडरों का एक महत्वपूर्ण संघटक है क्योंकि इसमें आद्रता-अवशोषण की उत्तम शक्ति तथा आवसा-अवरोधी (ग्रीज रेजिस्टेण्ट) गुण होता है। इस संघटकविशेष की उत्पत्ति करने में भी कान्तिद्रव्य-प्रौद्योगिकी को रसायन विज्ञान की अच्छी सहायता प्राप्त हुई है। अब विद्युत-विघा से बड़ी सूक्ष्म और

शोधित केओलीन प्राप्त होनी है, जो कान्तिद्रव्यों के निर्माण के लिए विशेष उपयोगी होती है।

पहले स्त्रियो की यह शिकायत थी कि मुखपाउडर चमड़ी पर बेतरह चिपक जाते थे और बड़ी कठिनाई से छुड़ाये जा सकते थे। रसायनज्ञों ने मुखपाउडरों में मैंगनी-सियम स्टियरेट जैसे जल-अविलेय मावुन मिलाकर इस कठिनाई का बड़ा उत्तम निवारण किया है। मुखपाउडर पहले प्रायः श्वेत हुआ करते थे क्योंकि रंगीन पदार्थों की उपलब्धि बड़ी सीमित थी। कोचिनियल कीटों के रंगीन पदार्थों में प्राप्त कारमोन एक रंग-द्रव्य (पिग्मेंट) था और मिट्टर दूसरा जिम्में से मिट्टर तो विपाक्त धानु पारद अर्थात् मकंरों का ही मन्फाड्ड होता है। यद्यपि कारमीन निरापद अवश्य होती है लेकिन बहुत महँगी होती है और सरलता से काम में भी नहीं लायी जा सकती है। इसके लगाने से एक अप्राकृतिक नीलिमा लिये ललाई उत्पन्न होती है।

रसायनशास्त्र की प्रगति में नये नये रजकों और रंग-द्रव्यों का विकास हुआ है जिनके प्रयोग में किसी प्रकार का प्राकृतिक अथवा आलंकारिक प्रभाव उत्पन्न किया जा सकता है। यद्यपि सामान्यतः तो ये रजक पदार्थ निरापद होते हैं फिर भी कुछ की विपाक्यता का परीक्षण आवश्यक होना है। इयोमीन अर्थात् ब्रोमिनीयित फ्लूओरेसीन एक विशेष रोचक रजक है क्योंकि लिपस्टिकों की जलोप्यता (इनडेलिबिलिटी) इसी रजक के कारण होती है। इस काम के लिए प्रयुक्त होनेवाली इयोसीन एक स्वतंत्र अम्ल होती है न कि उसका सोडियम लवण जो अधिक प्रचलित होता है। साधारणतया इयोसीन काफी निरापद मानी जाती है।

कान्तिद्रव्यों के रूप रंग को मुधारने की दिशा में भी विशेष प्रगति हुई है। तेल और जल को मिलाकर दुग्धीय लोगनों और विविध प्रकार के द्वालेट क्रीमों को तैयार करना इस समस्या का बड़ा ही महत्त्वपूर्ण हल है। तेल और जल के ऐसे म्यायी मिश्रणों को 'पायस' अर्थात् इमल्शन कहते हैं। पायसों के दो प्रकार होते हैं—एक में तेल अथवा वसा अथवा अन्य तैलीय पदार्थ छोटी-छोटी कणिकाओं में विभक्त होकर जलीय माध्यम में विस्रेपित हो जाते हैं तथा दूसरे प्रकार के पायस में जल, मभवतः विलेय पदार्थों सहित, उसी प्रकार तैलीय माध्यम में विस्रेपित होता है। विस्रेपित कणों के परस्पर सम्मिलन को रोकना अर्थात् पायस को स्थायी बनाना भी रसायनज्ञों की प्रतिभा का एक ज्वलन्त उदाहरण है। बाह्य माध्यम की न्यानता (विस्कासिटी) एक कारण है लेकिन इस सफलता का रहस्य तो पायसन-कारकों का प्रयोग है। पायसन-कारक विशेष प्रकार के लव्हे रासायनिक यौगिक होते हैं, जिनका एक सिरा तेल-विलेय होता है और दूसरा जलविलेय एवं इस उभय-विलेयता के कारण इनके अणु

दोनों द्रवों के बीच में स्थित रहते हैं तथा विक्षेपित कणों को एक दूसरे में मिलने से रोकते हैं।

पायसन-कारकों के उपर्युक्त विविष्ट गुण उनके अणुओं की ध्रुवीयता (पोलैरिटी) के कारण होते हैं। इनके अणुओं का एक सिरा ध्रुवीय और दूसरा अध्रुवीय होता है। ध्रुवीय सिरा जल की ओर तथा अध्रुवीय सिरा तैलीय पदार्थ की ओर आकृष्ट होता है। पिछले दिनों में ऐसे यौगिकों की सख्या में काफी वृद्धि हुई है। इन्हीं की सहायता से विभिन्न गुणोंवाले सुन्दर और स्थायी श्रौम बनाये जा सके हैं। आजकल आबसीय (ग्रीजी) अथवा अनाबसीय (नान-ग्रीजी), सरल अथवा अर्ध-ठोस अथवा किसी भी रंग रूप एवं गाढ़ता का श्रौम तैयार कर लेना सम्भव है। इनमें जलविलेय अथवा तैलीय प्रकृति के किसी पदार्थ का समावेश भी किया जा सकता है।

विगत काल में ध्रुवीय पदार्थों में केवल साबुन ही उपलब्ध था और पायस बनाने के लिए बहुधा उसी का प्रयोग होता था। परन्तु साबुनों का क्षारीय गुण तथा उनमें बने पायसों का अम्लसह न होना वस्तुतः उनके अवगुण हैं। त्वचा पर क्षारीय श्रौम लगाना हानिकर होता है क्योंकि त्वचा की सतह स्वभावतः अम्ल होती है। आजकल के नये पायसन-कारकों की सहायता में ऐसे श्रौम बनाये जा सकते हैं जो या तो पूर्णतया उदासीन हों अथवा जिनमें त्वचामतह के समान अम्लता हो।

घूप सेवन की प्रथा के बढ़ते हुए प्रचलन से रसायनविज्ञान के सम्मुख एक और विशेष समस्या आ खड़ी हुई है और वह यह है कि घूप सेवन करनेवाले लोग सूर्य-दाह (सन बर्न) से कैसे बच सकते हैं?

परानीललोहित (अल्ट्रा वायलेट) प्रकाश की विविष्ट किरणों द्वारा ही सूर्यदाह होता है और अब ऐसे पदार्थ ज्ञात हो गये हैं जो इन किरणों को अवशोषित करके इन्हें भिन्न तरंगदैर्घ्य (वेव लेन्थ) वाले प्रकाश में परिवर्तित कर देते हैं। क्वीनीन बाइमटेक्ट एक ऐसा पदार्थ है जो जलमय विलयन में नीली प्रदीप्ति (फ्लुओरेसेन्स) उत्पन्न करता है। परन्तु समस्या यह है कि क्वीनीन सफेद यद्यपि सूर्यदाह का निवारण कुछ हद तक तो अवश्य कर सकता है किन्तु इस काम के लिए यह कोई उत्तम पदार्थ नहीं है। मेनिल सैलिसिलेट तथा मेनिल अम्बेलिफेरोन जैसे अनेक दूसरे पदार्थ इसके लिए उपयुक्त हैं तथा एतदर्थ उनकी परीक्षा भी की गयी है। इस काम के लिए आदर्श पदार्थ में दो गुण होने आवश्यक हैं—एक तो घूप सेवन करनेवालों का सूर्यदाह से पूरी तरह रक्षा करने का गुण और दूसरा आवश्यक मात्रा में परानीललोहित किरणों के परागमन का गुण, जिससे चमड़ी कमायी जा सके।

गत वर्षों में केशपदार्थों एवं त्वचा को सुन्दर बनानेवाली वस्तुओं का बड़ा विकास हुआ है। उदाहरण के लिए केशश्रीमों के निबन्ध एवं गुणों में काफी परिवर्तन हुआ है तथा साबुनों में साबुन के स्थान पर सोडियम लारिल सल्फेट जैसे साबुनरहित अप-क्षालक का प्रयोग होने लगा है। ऐसे साबुनरहित पदार्थ अम्लता की उपस्थिति में भी स्थायी होने हैं तथा उनके कारण केशों पर चून भी नहीं जमता। ऐसे बहुत से अन्य पदार्थ भी तैयार किये गये हैं जो केशों को लहरियादार बनाने के लिए इस्तेमाल किये जा सकते हैं। इनमें कुछ ऐसे भी हैं, आद्र किये जाने पर जिनकी ऊष्माक्षेपक (एक्सो-थर्मिक) क्रिया होती है और जिनके प्रयोग में केशों को लहरियादार बनानेवाले यंत्रों की आवश्यकता नहीं होती।

केशरजको अर्थात् खेड़ाओं की भी अपनी कहानी और अपना क्षेत्र है। यद्यपि यह मानी हुई बात है कि सर्वगुणसम्पन्न ऐसे केशरजक बनाने में अभी रसायनविज्ञान सफल नहीं हो पाया है, जिससे केश-प्रमाधक (हेयर ड्रेमर) केशों को हानि पहुँचाये बिना उन पर वांछित रंग चढ़ा सकें तथा केशों को लहरियादार बनाने की विधा में उन्हें ऊष्मसह बना सकें। केशरजको के लिए यह भी एक आवश्यक गुण है कि वे उपभोक्ताओं में एलर्जी न उत्पन्न करें तथा एलर्जी के लिए प्रारम्भिक परीक्षा किये वगैर भी उनका प्रयोग किया जा सके। फिर भी रसायनज्ञों के ही प्रयास से मेहदी अर्थात् हेना के, जो प्राचीनतम केशरजको में से एक है, मुख्य रणतत्त्व का एकलन एवं अध्ययन हुआ है। रामायनिकतया यह तत्त्व २-हाइड्राक्सी-१, ४-नैप्थाक्वीनोन है, इसके गुणों का भी अनुशीलन किया गया है। कैमोमाइल भी, जिसमें १, ३, ४'-ट्राइहाइड्राक्सी-नैप्थीन होता है, इस क्षेत्र में उपयोगी सिद्ध हुआ है। फिनॉलिक पदार्थ मिश्रित अथवा रहित प-फिनिलीडायमीन जैसे मशहूर रजको की केशरजनक्रिया का भी अध्ययन किया गया है तथा अनुहूष लोगों में इनके प्रयोग में उत्पन्न होनेवाले भयंकर परिणामों पर भी प्रकाश डाला गया है। यदि इस वर्ग के रजको में यह दोष न होना तो वे अवश्य ही आदर्श रजक होते।

ऐसे लोगों की कोई कमी नहीं है जिनकी त्वचा पर सामान्यन निरापद पदार्थ लगाने पर भी भीषण प्रतिक्रिया होती है, इसी को 'एलर्जी' कहते हैं। और आज कान्ति-द्रव्य उद्योग के लिए एलर्जी एक विकटतम समस्या है।

वर्तमान समय में कान्तिद्रव्य उद्योग इंग्लैंड के महत्त्वपूर्ण उद्योगों में गिना जाता है और इसमें संदेह नहीं कि इसकी यह स्थिति रसायनविज्ञान के आविष्कारों के कलापूर्ण प्रयोग के कारण है। इन्हीं आविष्कारों के बल पर यह धागे भी उन्नति करेगा।



## ग्रन्थसूची

- CERBELAUD, RENE : *Formulaire de Parfumerie*. Cerbelaud.
- CHILSON, FRANCIS : *Modern Cosmetics*. Drug & Cosmetic Industry.
- GOODMAN, HERMAN : *Cosmetic Dermatology*. McGraw Hill Book Co., Inc.
- GOODMAN, HERMAN : *Principles of Professional Beauty Culture*. McGraw Hill Book Co., Inc.
- LILLIE, CHARLES : *The British Perfumer* Edited by Colin Mackenzie.
- MCDONOUGH, E ■ *Truth about Cosmetics* Drug and Cosmetic Industry.
- NAVARRÉ, MAISON G DE . *The Chemistry and Manufacture of Cosmetics*. Robbins Publishing Co., Inc.
- POUCHER, W A : *Perfumes, Cosmetics and Soaps* Chapman & Hall, Ltd
- REDGROVE, H. S : *The Cream of Beauty*. W Heinemann (Medical Books), Ltd
- REDGROVE, H. S, AND FOAN, G. A. *Paint, Powder and Patches*. W. Heinemann (Medical Books), Ltd
- REDGROVE, H S, AND FOAN, ■ A : *Hair-Dyes and Hair-Dyeing : Chemistry and Technique* Revised by H S Redgrove and J. Bari-Woolfs W. Heinemann (Medical Books), Ltd
- WINTER, FRED *Handbuch der gesamten Parfumerie und Kosmetik*. Julius Springer

## अध्याय ५

### साबुन और धुलाई उद्योग

#### साबुन, मोम तथा ग्लिसरीन

डब्लू० एच० सिडमन्स, बी० एम-सी० (लन्डन), एफ० आर० आई० सी० द्वारा  
पुनरावृत्त एवं विस्तारित

साबुन तथा मोमवत्ती बनाने के उद्योग तेल-उद्योग की उपशाखाएँ हैं। यद्यपि उनका प्रारम्भ प्राचीन समय में हुआ था, लेकिन पहले उनके निर्माण की प्रक्रियाओं का ठीक-ठीक ज्ञान नहीं था। १८१३ ई० में चेव्सल ने तेल और वसाओं के निबन्ध<sup>१</sup> सवन्धी अपने महत्वपूर्ण अन्वेषणों के परिणामों को प्रकाशित कराया। इसी ज्ञान के आधार पर आज साबुन और मोमवत्तियों के उत्पादन पर रासायनिक नियंत्रण होता है। एक समय था जब ग्लिसरीन-जैसी महत्वपूर्ण वस्तु एक श्रेष्ठ पदार्थ के रूप में नदी नालों में बहा दी जाती थी, परन्तु अब तो उसकी एक बूद भी स्पर्श नहीं जाने पाता क्योंकि विस्फोटक, कान्तिद्रव्य, औषध, सडिल्ट रेजीन तथा अन्य पदार्थों के बनाने एवं उत्पादन में ग्लिसरीन एक परमावश्यक वस्तु है, जिसकी हानि का रोकना भी वैज्ञानिक सफलता का उत्कृष्ट दृष्टान्त है। यह भी उल्लेखनीय बात है कि ग्लिसरीन मिलाने पर पानी का वाष्पन तथा हिमीभवन काफी सीमा तक रुक जाता है। गैस मापकों तथा मोटरगाडियों के विकिरको (रेडियेटर्स) की यांत्रिक व्यवस्था में ग्लिसरीन के उपर्युक्त गुण बड़े उपयोगी होते हैं, अतः उसका प्रयोग होता है।

साबुन तथा मोमवत्ती बनाने के लिए पशु तथा वनस्पति तेलों का प्रयोग होता है। अब इन दोनों उद्योगों में हाइड्रोजनित तेलों का भी प्रयोग किया जाने लगा है। हाइड्रोजनन की रीति में तेल के-जैसे द्रव तेलों को चर्बी-जैसी ठोम वसाओं में परिवर्तित किया जा सकता है। जब चर्बी, ताल तेल, नारियल तेल, ओलिव तेल-जैसी वसा अथवा

तेल बड़े बड़े कड़ाहों में दह-क्षार<sup>१</sup> के साथ उबाले जाते हैं तब उनका विच्छेदन हो जाता है और बसीय अम्लों के क्षारीय लवण अर्थात् साबुन तथा ग्लिसरीन प्राप्त होती है। अनिरिक्त क्षार तथा अधिकांश ग्लिसरीन को नमक डालकर अलग किया जाता है। नमक के मूखे केलास अथवा उसका जलीय विलयन इस्तेमाल किया जाता है। नमक डालने से साबुन विलयन से पृथक् होकर जमे हुए कणात्मक पुञ्ज के रूप में ऊपर उतरा जाता है। रात भर इसी प्रकार रहने देने के बाद ग्लिसरीन सहित लवण जल को अलग कर लिया जाता है तथा साबुन में भाप प्रवेश कराकर अथवा गरम जल डालकर उसे एक समाग लेपी के रूप में बना लिया जाता है। इस लेपी को ठंडा होने तथा जमने के लिए लकड़ी के बने विशेष प्रकार के बक्कों में रखा जाता है, अथवा पानी से ठंडे किये यंत्रों में डाल कर तुरन्त ठंडा कर लिया जाता है। अगर नहाने तथा हाथ मुँह धोनेवा श साबुन बनाना हो तो इसी लेपी को अन्दर से ठंडे किये हुए परिधामी रम्भों<sup>२</sup> पर डालकर पतले-पतले स्तारों के रूप में जमाया जाता है। रम्भों पर लगी छुरियाँ इन ठोस स्तारों<sup>३</sup> को काटकर उनके फीते बना देते हैं जो सूखने के लिए तुरन्त गरम हवावाले शोपक कक्षों में पहुँचा दिये जाते हैं।

कठोर साबुनों के योगिकों में २६% पानी, ७% सोडा तथा ६६% बसीय अम्ल होते हैं, पीले साबुनों में गधराल (रोजीन) की भी थोड़ी मात्रा होती है। मृदु साबुनों के बनाने के लिए ड्वेल, सील या अल्सी के-जैसे शोपण तेलों (ड्राइंग आयल्स) अथवा मकई, या बिनाई के जैसे अर्ध-शोपण तेलों का पोटार्श और सोडा के साथ उबाला जाता है। मृदु साबुन के निर्माण में लवणन क्रिया नहीं की जाती जिनके फलस्वरूप साबुनीकरण प्रक्रिया में उत्पन्न ग्लिसरीन उसी में रह जाती है।

धोने-धाने के लिए बने सस्ते साबुनों में स्वतन्त्र दह क्षार भी होता है, लेकिन ऊनी अथवा रेशमी कपड़ा धोने के लिए क्षाररहित साबुन ही प्रयुक्त हो सकता है। उसमें गधराल अथवा असाबुनीकरणीय पदार्थ भी नहीं होने चाहिए।

नहानेवाले साबुन प्रायः चर्वी या ताल तेल और नारियल तेल के मिश्रण से बनते हैं, इस मिश्रण में २% गधराल भी मिला रहता है। अशत सुखाये साबुन स्तारों के फीते बनाकर उसमें सुगन्ध तथा रंग मिलाये जाते हैं तथा मिश्र में एक बार फिर अच्छी तरह मिलाकर ठण्डा में साबुन की टिकियाँ बना ली जाती हैं। इन साबुनों में केवल १०% जल होता है तथा ७०-८०% बसीय अम्ल। क्षोर साबुनों में

<sup>१</sup> Caus'ic alkali<sup>२</sup> Revolving cylinders<sup>३</sup> Sheets चदर

तनिक भी स्वतंत्र क्षार नहीं होना चाहिए क्योंकि यह त्वचा के लिए हानिकारी होता है। क्षीर साबुन से प्रचुर मात्रा में स्थायी फेन उठना चाहिए। स्टिररीन सद्स कठोर वसा की थोड़ी मात्रा प्रयोग करके तथा सोडियम और पोटैसियम हाइड्राक्साइड द्वारा साबुनीकरण करके उपर्युक्त गुण उत्पन्न किया जाता है।

आजकल साबुन के चूर्ण अथवा चिप्पियाँ भी बहुत लोकप्रयोगी हो गयी हैं क्योंकि वे बड़ी मरलता से पानी में घुल जाती हैं। साबुन को जल-क्षीतित लोहे के बेलना के बीच दबाकर चिप्पियाँ बनायी जाती हैं। इन चिप्पियों की मोटाई ०.००४५ इंच अथवा उससे भी कम होनी है। चूर्ण साबुन में साबुन के साथ सोडियम कार्बोनेट, सिलिकेट अथवा फास्फेट-जैसे क्षारीय लवण मिश्रित रहते हैं तथा आजकल ऐसा साबुन शीकरन शोषण गीति में बनाया जाता है। इसके लिए साबुन मिश्रण के सूक्ष्म बिन्दुओं को गरम हवा की धारा में शीकरित किया जाता है। इस क्रिया में वे बिन्दु सद्यः सूख कर गोले-गोले खोखले कणों का रूप धारण कर लेते हैं जिनकी भित्तियों की मोटाई लगभग ०.०५ मिलीमीटर होती है।

कभी-कभी वसाओं और तेलों का विच्छेदन करके वसीय अम्ल और ग्लिसरीन प्राप्त कर ली जाती है और फिर साबुन बनाने के लिए इन वसीय अम्लों का प्रयोग होता है। इस विच्छेदन की एक रीति में वसा को सल्फ्यूरिक अम्ल में उपचारित करके मिश्रण का भापासवन किया जाता है। दूसरी विधा में वसा को जल और तनिक मात्रा में चूना, मैग्नेशिया या यसद आक्साइड के साथ आटांकलेव में उच्च दाब पर गरम किया जाता है। तीसरी विधा 'ट्वीचेल विधा' के नाम से प्रसिद्ध है।

ट्वीचेल ने यह अनुभव किया कि भाषारण ताप पर बेडीन (अथवा अम्ल ऐरो-मैटिक धौगिक), ऑलिक अम्ल और सल्फ्यूरिक अम्ल की परस्पर प्रतिक्रिया से प्राप्त तैलीय पदार्थ में वसाओं के विच्छेदन की क्षमता होती है और इस विच्छेदन से वसीय अम्ल तथा ग्लिसरीन उत्पन्न होती है। इस पदार्थ को 'ट्वीचेल प्रतिकर्मक' कहते हैं और प्रतिक्रिया के लिए इसकी १% अथवा उससे भी कम मात्रा लगती है। यह त्रिया जल के वयनाक ताप पर बड़ी मरलता से सम्पन्न होती है, और अवशिष्ट जलीय द्रव को चूने से उदासीन करके तथा उससे उत्पन्न कैल्शियम सल्फेट को निकालने के बाद उसके उद्वाष्पन मात्र से ही ग्लिसरीन की अच्छी मात्रा प्राप्त होती है। उपर्युक्त किसी रीति से प्राप्त वसीय अम्लों को केलासनोंपरान्त थैलों में भर कर द्रवचालित दाब

में दबाया जाता है जिससे ओलिइन-जैसे अधिक द्रव निचुड़ कर पृथक् हो जाने है तथा स्टियरीन<sup>१</sup> सद्ग ठोस अम्ल बच जाते हैं।

चर्बी में से वाणिज्यिक स्टियरीन अथवा स्टियरिक अम्ल प्राप्त होता है, परन्तु यद्यपि यह स्टियरिक एव पामिटिक अम्लों का मिश्रण होता है जिसमें थोड़ी मात्रा में ओलिइक अम्ल भी रहता है। यह ५४°-५५° से० पर गलता है जब कि शुद्ध स्टियरिक अम्ल का गलनांक ६९° से० होता है। वनीय अम्लों का साबुनीकरण<sup>२</sup> सोडियम या पोटैसियम कार्बोनेट में भी हो जाता है, लेकिन ग्लिसराइडों के साबुनीकरण के लिए यदि उच्च दाब का प्रयोग न किया जाय तो मोडियम अथवा पोटैसियम हाइड्राक्साइड की ही आवश्यकता होती है।

**मोमबत्तियाँ**—पुरानी रीति में बत्ती को गलायो हुई चर्बी में डुबो-डुबोकर बनायी गयी मोमबत्ती के जलने पर एक तीखी गंध निकलती थी। चर्बी स्थित ग्लिसरीन के विच्छेदन से प्राप्त ऐन्गोलीन ही इस गंध का कारण थी। पिछली शताब्दी के प्रारम्भिक वर्षों में मोमबत्ती निर्माण में केवल वनीय अम्लों के प्रयोग से काफी उन्नति हुई, क्योंकि सल्फ्यूरिक अम्ल अथवा आटोक्लेव विघा से जलायन (हाइड्रालोसिस) करके ग्लिसरीन अलग कर दी जाती थी। उत्ती शताब्दी के उत्तरार्द्ध में स्काटिन शेल तेल तथा बाद में पेट्रोलियम से बना पैराफीन मोम वनीय अम्लों के स्थान पर प्रयुक्त होने लगा और इसका प्रयोग यहाँ तक बढ़ा कि आजकल धार्मिक रीति रिवाजों अथवा अवसरों पर कीमती मोमबत्तियों को छाँड़कर बाकी सबसे पैराफीन मोम ही इस्तेमाल होने लगा है। साधारणतया इसका गलनांक बढ़ाकर तनिक और दृढ़ बनाने के लिए इसमें ५-१५% स्टियरीन मिलायी जाती है। पैराफीन मोम तथा स्टियरीन के मिश्रण को गला कर माँचों में बत्ती के चारों ओर डाल दिया जाता है। ये माँचे टिन के और कभी कभी काँच के बने होते हैं तथा लकड़ी के ऐसे चौखटे में खड़े कर दिये जाते हैं, जिसका ऊपरी भाग एक गर्न (ट्रफ) का सा होता है। माँचों में बत्ती लगा कर उसमें गलाया हुआ मोम डाल दिया जाता है तथा उन्हें पानी से ठंडा करके जमाने के बाद मोमबत्तियाँ तैयार हो जाती हैं। पहले गिरजाघरों में प्रयुक्त होने वाली बत्तियाँ मधुमक्खियों वाले मोम में ही बनती थी लेकिन अब उनमें अन्य मोमों के मिलाने की भी अनुज्ञा दे दी गयी है। विभिन्न श्रेणी की बत्तियों में क्रमशः २५, ६५, तथा ७५ प्रतिशत मधुमक्खी का मोम होता है। यार्कसायर के ऊन

<sup>१</sup> Stearine<sup>२</sup> Saponification

धावनो से प्राप्त स्टियरीन सरीखी क्षेप्य वसाएँ भी सस्ती मोमबत्ती बनाने के काम आती हैं।

मोमबत्ती बनाने के अतिरिक्त मोम के और भी औद्योगिक उपयोग हैं। उदाहरण के लिए विविध प्रकार के पालिशो, भैषजिक पदार्थों तथा कान्ति-द्रव्यों के निर्माण में भी मोम का विशेष महत्व होता है। मधुमक्खी मोम, ऊन मोम और स्परमेसेटी पुराने समय से चले आ रहे पशु-मोम हैं और अब तो वनस्पति मोम भी काफी सत्या में प्राप्य हैं, जिनमें कानोबा, कैंपेडिल्ला, एस्पाटो, शर्करा तथा शल्क-ग्राह मोम उल्लेखनीय हैं। हाइड्रोजनन विधा के प्रयोग से वसीय अम्लों से सबाडी<sup>१</sup> वसीय ऐल्कोहाल उत्पन्न करना सम्भव हुआ है। इनमें से कुछ वसीय ऐल्कोहाल मोम-जैसे ठोस पदार्थ होते हैं जिनका प्रयोग पालिशों एवं कान्ति-द्रव्यों में तथा पायसन कारकों के रूप में वसीय अम्ल मिलाकर अथवा बे-मिलाये किया जाता है। इन वसीय ऐल्कोहालों का सल्फ्यूरिक अम्ल द्वारा उपचार करने से बड़े उपयोगी अपझालक<sup>२</sup> उत्पन्न किये जा सके हैं जिनका आजकल साबुन के स्थान पर अधिकाधिक प्रयोग होने लगा है।

ग्लिसरीन—ग्लिसरीन प्राप्त करने के दो मुख्य स्रोत हैं (१) साबुन निर्माताओं का क्षेप्य पल्पूलन<sup>३</sup> तथा (२) उपर्युक्त रीतियों में किये गये वसा विच्छेदन के बाद वसीय अम्लों के पृथक्करण में प्राप्त "थीठा जल" (स्वीट वाटर)। दोनों ही द्रवों को उद्वाष्पित करके सांद्रित किया जाता है जिनमें उनमें ग्लिसरीन की मात्रा ८०-९० प्रतिशत हो जाय। अन्त में अतिसूक्ष्म भाप में आसवन करके रामायनिकत विशुद्ध ग्लिसरीन प्राप्त की जाती है।

पेट्रोलियम भजन (क्रैकिंग) के उपजात प्रोपिलीन में अथवा पांटाशियम पर-मैंगनेट द्वारा एलिल ऐल्कोहाल के आक्सीकरण में अब ग्लिसरीन का सरलेपण भी सम्भव हो गया है। सोडियम कार्बोनेट और अमोनियम क्लोराइड सदा कुछ लवणों की उपस्थिति में शर्करा अथवा ग्लूकोज विलयन के विघटन से भी ग्लिसरीन का काफी बड़े पैमाने पर उत्पादन किया गया है।

[देखो २० ११० पर]

है। आज की रीतियाँ न केवल बड़े पैमाने पर कपड़ों की धुलाई के लिए उपयुक्त हैं, प्रत्युत कपड़ों की प्रकृति के अनुकूल भी उनका समायोजन किया गया है। कपड़ा सूती, ऊनी, रेशमी अथवा रासायनिक तन्तुओं का बना है, वह रजित, विरजित अथवा प्राकृतिक रंग का है, इत्यादि सभी परिस्थितियों के अनुकूल धुलाई की उचित रीतियाँ निश्चित की गयी हैं।

थोड़े समय पूर्व धुलाई-घरों में प्रयुक्त होनेवाले अपसायलकों (डिटरजेंट्स) के दो मुख्य प्रकार थे —

(१) साबुन (सोडा सहित अथवा सोडा रहित)।

(२) सोडियम कार्बोनेट (१०% सोडियम सिलिकेट सहित)।

सामान्यतः कपड़ा धोने के लिए सहज प्राप्य कठोर जल ही काम में लाया जाता है, केवल ऊनी सामानों के लिए कहीं-कहीं वर्षा का पानी अथवा आभुत जल प्रयुक्त होता था। लेकिन कठोर जल द्वारा साबुन की रीति से धुलाई करने में बर्बादों में कैल्शियम तथा मैग्नीशियम साबुनों के जमा हो जाने में वे भारी हों जाने में तथा जल के लिए अभेद्य और कभी-कभी मफेद कपड़े खाकी रंग के हों जाते थे, क्योंकि अवशेषित कैल्शियम साबुन के साथ मैल के सूक्ष्म कण भी कपड़ों में बँध जाते थे, इसीलिए कठोर जल से धोने के लिए साबुन रहित सिलिकेटित क्षार ही प्रयुक्त होते थे। लेकिन इसके प्रयोग में अविलेय साबुन तो जरूर नहीं बन पाते थे, लेकिन इनके स्थान पर कपड़ों में कैल्शियम और मैग्नीशियम सिलिकेट जमा हों जाते। हाँ, ये सिलिकेट केलासीय एवं प्रकृत्या श्वेत होने के कारण कपड़ों में गन्दा रंग नहीं उत्पन्न करते थे।

१९२० ई० तक अधिकांशतः वही पुरानी रुढ़िवादी रीतियाँ ही प्रचलित थी, लेकिन उसी साल धुलाई उद्योग के लिए एक 'रिसर्च असोसियेशन' की स्थापना हुई जिससे आगे चलकर धीरे-धीरे वैज्ञानिक रीतियाँ भी अपनायी जाने लगी। रसायनज्ञों ने सर्वप्रथम धुले कपड़ों की श्वेतता का मानक निर्धारित किया तथा कठोर जल के प्रयोग से होनेवाली महती हानियों की ओर धुलाई उद्योगवालों का ध्यान आकृष्ट करते हुए चून-सोडा रीति अथवा पीठ-विनिमय (बैम ऐक्सचेंज) रीति में मृदु किये हुए जल प्रयोग करने की सलाह दी। तत्पश्चात् उन्होंने धुलाई के लिए ऐसी नियन्त्रित विधाओं का अनुशीलन किया जिनसे कपड़े कम समय में उत्तम ढंग से धुल सकें और साथ ही वस्त्रों की किसी प्रकार से हानि भी न हो।

धुलाई व्यापार में हानिकर रसद्रव्यों के प्रयोग पर प्रतिबन्ध लगा दिया गया तथा गाढ़े धब्बों को छुड़ाने के लिए सुनिश्चित रीतियाँ निर्धारित कर दी गयीं। धुलाई विधाओं का समय, ताप तथा अपसायलक का सांद्रण-जैसी परिस्थितियों के निश्चयन

पर काफी जोर दिया जाने लगा। इस उद्योग के तत्कालीन विकास में प्रायः व्यावहारिक अनुभवों तथा साबुन विलयनों के गुणों एवं संरचना संबंधी प्राप्य वैज्ञानिक आकड़ों का ही विशेष उपयोग किया गया था। उस समय अपक्षालकों की क्रिया के बारे में कुछ विशेष ज्ञान न था, अतएव इस दिशा में किसी वैज्ञानिक प्रगति के लिए यह आवश्यक था कि अनुसन्धानों द्वारा अपक्षालिता (डिटर्जेन्सी) के आधारभूत सिद्धान्तों को ठीक-ठीक समझा जाय। अपक्षालक यानी डिटर्जेण्ट वह पदार्थ है जो गन्दी वस्तुओं के मैल काटने अर्थात् उन्हें स्वच्छ और निर्मल करने में सहायक हो। वैसे तो अपक्षालक कई प्रकार के होते हैं और उनका निबन्ध भी भिन्न-भिन्न होता है, परन्तु घुलाई-उद्योग में विशेष रूप से वही अपक्षालक प्रयुक्त होते हैं जो जल-विलेय हों तथा जिनमें वस्त्रों की मैल काटने तथा उसे स्थायी रूप से जल में विस्तृत करने की क्षमता हो। इसलिए गन्दी वस्त्रों के स्वच्छीकरण की अपक्षालन क्रिया<sup>१</sup> के निम्नलिखित पद (स्टेज) विचारणीय हैं—

- (क) वस्त्रों का आर्द्रण तथा उनमें जल का प्रवेशन जिससे मैल और अपक्षालक द्रव का निकट सम्पर्क हो सके;
- (ख) अपक्षालक द्रव द्वारा वस्त्र तन्तुओं के मैल का विस्थापन,
- (ग) विस्थापित मैल का सूक्ष्म कणों में विभाजित होकर स्थायी रूप से आलम्बित होना, तथा
- (घ) वस्त्रों पर मैल को पुनः जमने दिये बिना मैले द्रव का निरसन।

उपर्युक्त क्रियाओं की सफलता उस बल (फोर्स) पर निर्भर करती है, जो अपक्षालक विलयन में मैले वस्त्रों को डुबाने पर उत्पन्न हुई विविध अन्तः सीमाओं (इण्टर फेस) तथा सीमान्तों (वाउण्ट्री) पर काम करता है। गत कुछ वर्षों में रसायनज्ञ उन परिस्थितियों के अन्वेषण में लगे रहे हैं, जिनमें उपर्युक्त पदों का वैज्ञानिक एवं आर्थिक दृष्टि से उत्तम क्रियाकरण हो सके। सांद्रण, ताप तथा pH जैसी परिवर्ती (वैरीअब) परिस्थितियों में अपक्षालक विलयनों के आचरण का अध्ययन रसायनज्ञों का मूलभूत कार्य था। रसायनज्ञों द्वारा अन्वेषित समस्याओं के प्राकृतिक (टिपिकल) दृष्टान्त के लिए निम्नलिखित विषय उत्प्रेक्षनीय हैं—

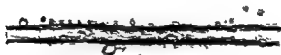
(१) साबुन विलयनों के pH और उनके जलाशन (हाइड्रोलिसिस) की परीक्षा करने से ज्ञात हुआ है कि—

<sup>१</sup> Detergent action





चित्र-१



चित्र-२

चित्र १—ऊन तन्तु जिसपर तेल की परत चढ़ी हुई है तथा जो पानी में डुबाया गया है।

चित्र २—वही तन्तु जो अब अच्छे अपशोषक विलेय में डुबाया गया है। तेल लघु बिन्दुओं के रूप में जम गया है जो आसानी से दूर किये जा सकते हैं।

(क) समान अवस्थाओं में अनुमाप्य (टाइटर) की वृद्धि से जलाशन भी अधिक होता है ;

(ख) एक ही लम्बाई की शृंखला वाले साबुनों का जलाशन उनके अणुओं की अमृतृप्ति (अनसैचुरेशन) पर निर्भर होता है, अणु जितना अधिक असतृप्त होगा जलाशन उतना ही कम होगा ,

(ग) ताप की वृद्धि में जलाशन तीव्रतर होता है; तथा

(घ) कुछ साबुनों पर अम्ल साबुन बन जाते हैं।

(२) तलतनाव तथा अन्त सीमीय तनाव पर pH के प्रभाव का अध्ययन करने से यह ज्ञात हुआ कि साबुन-विलयन में अगर क्षार ढाला जाय तो उसका तलतनाव बढ़ जाता है जब कि तेल के प्रति अन्त सीमीय तनाव अत्यधिक घट जाता है। साबुन विलयन का pH मान बढ़ाने से उसकी जलाशन मात्रा घटती है अर्थात् स्वतंत्र अम्ल अथवा अम्ल-साबुन बहुत कम उत्पन्न होता है। परन्तु pH मान की वृद्धि से अन्त सीमीय तनाव को कम करने में सहायता मिलती है, इसका अर्थ यह हुआ कि अन्त सीमीय तनाव कम करने में स्वतंत्र अम्ल अथवा अम्ल साबुन का कोई विशेष प्रयोजन नहीं होता। वस्तुतः मरल एवं असमूहित (अन एमिगेटेड) साबुन-अणुओं से ही अन्त सीमीय तनाव कम होता है। साबुन-विलयनों का pH मान कम करने से उनका तलतनाव कम होता है, जिसका अर्थ यह लगाया जा सकता है कि इस अवस्था में अम्ल-साबुन अथवा स्वतंत्र अम्ल 'तल सक्रिय जाति' है। सल्फेटेड वसीय ऐल्कोहाल वर्म के नये अपक्षालक सबन्धी प्रकाशित आकड़ों से इस विचार की पुष्टि होती है।

(३) बहुत से मुज्ञात क्षारों के विलयनों की आलम्बनशक्ति का भी अन्वेषण किया गया है और यह मालूम हुआ है कि सिलिकेट आयनों द्वारा रक्षक प्रभाव में विशेष वृद्धि होती है।

इस दिशा में किये गये बहुमूल्य अनुसन्धानों को गिनाना भी यहाँ संभव नहीं है लेकिन यह तो सर्वविदित है कि रसायनों में अपनी प्रयोगशाला में ऐसे रोचक एवं महत्वपूर्ण तथ्यों का पता लगाया है, घुलाई व्यवसाय में जिनका प्रयोग करके घुलाई विधाओं में एक प्रकार की क्रान्ति उत्पन्न कर दी गयी है। पुरानी विधाएँ अधिकतर अमितव्ययी थी तथा उनमें अपक्षालकों का सर्वोत्तम उपयोग नहीं होता था, और न वे सर्वथा उन तन्तुओं के ही अनुकूल थी, जिनसे वस्त्र बने होते थे। ऐसी रुढ़िवादी विधाओं के स्थान पर 'व्याप्यन्त' नियन्त्रित रीतियाँ अपनाय गयी जिनमें वस्त्रों के तन्तु-विशेष के अनुकूल धावनसूत्र निर्धारित किये गये। इन रीतियों का मितव्ययी ढंग

से प्रयोग करके वस्त्रों को कुशलतापूर्वक स्वच्छ किया जा सकता है, जिसमें अब वस्त्रों की उपयोगी अवधि भी बढ़ गयी है।

### ग्रंथसूची

- ADAM, N. K. *The Physics and Chemistry of Surfaces*. Clarendon Press, Oxford
- DEFAY, R. *Les Extremes de Tension Superficielle*. (Brussels).
- HARVEY, A. *Laundry Chemistry* Crosby Lockwood & Son. Technical Press, Ltd
- HOLDEN, J. T., AND VOWLER, J. N. : *The Technology of Washing*. British Launderers' Research Association.
- INTERNATIONAL SOCIETY OF LEATHER TRADES' CHEMISTS (SYMPOSIUM) . *Wetting and Detergency*. A Harvey
- JACKMAN, D. ■ *The Chemistry of Laundry Materials*. Longmans, Green & Co., Ltd
- JACKMAN, A., AND ROGERS, B. *The Principles of Domestic and Institutional Laundry Work* Edward Arnold & Co.
- MADSEN, T. . *Studies in the Detergent Action and Surface Activity of Soap Solutions*. (Copenhagen).
- PARKER, R. G. *The Control of Laundry Operations* British Launderers' Research Association
- POWNEY, J. *et al* *Properties of Detergent Solutions*. Parts I-X Trans. Faraday Society 1935-40
- RIDEAL, E. K. *An Introduction to Surface Chemistry*. Cambridge University Press

## अध्याय ६

### रोगाणुनाशक, प्रतिपूयिक एवं परिरक्षी, कीटनाशक, धूमन

#### रोगाणुनाशक, प्रतिपूयिक एवं परिरक्षी

टामन मैक्न्डोव्लन, डी० सी० एम०, ए० सी० जी० एफ०

सी०, एफ० आर० आई० सी०

प्रारंभ में यह समझने है कि रोगाणुनाशकों का संबंध केवल उन स्वाच्छिक तरलों एवं चूर्णों से ही है जो शौचागारों तथा कूड़ाखानों में डाले या छिड़के जाते हैं अथवा जिनका लेपन नम जगहों की जमीन पर, ड्राइ गॉट का आक्रमण बचाने के लिए कर दिया जाता है। परन्तु जब हम यह देखते हैं कि तार के खम्भों, रेल के स्लीपर्स, बहुत से गर्तस्तम्भों (पिट-प्राप्स) तथा बाड़ों के खम्भों पर कियोरोट अथवा त्रिसाल लगाना भी आवश्यक है, तब यह समझने में भी कठिनाई न होगी कि रोगाणुनाशकों का निर्माण समार के वर्तमान भारी रसायन-उद्योग का एक बहुत महत्वपूर्ण अंग है। निम्न जीवाणुओं द्वारा उत्पन्न रोग एवं क्षति के निवारण तथा अणुजैविकीय (माइक्रो-बायोलॉजिकल) विधाओं के नियंत्रणमदक्ष इस विषय की शाखाओं—उपशाखाओं पर विचार करने से यह तुरन्त स्पष्ट हो जाना है कि सचमुच रासायनिक उद्योग का यह अत्यन्त महत्वपूर्ण विभाग है तथा वैज्ञानिकों ने इस विषय के अध्ययन और नियंत्रण में उतना ही प्रयत्न किया है जितना उन्होंने किसी अन्य विषय में किया।

पुराने समय की परिरक्षण एवं रोगाणुनाशन रीतियाँ केवल अनुभव-जन्य थीं। इन रीतियों में मदिरा अथवा सिरके का चिप्पन, शवों का चिरस्वायीकरण, (ममी-फिकेशन) जल को ताँबे के बरतनों में रखना (अल्पांतिक जीवाणुहर्जन), भेड़ों के ऊँत के गोघनार्य गंधक अलाना इत्यादि उल्लेखनीय हैं। अनुगामी काल में प्रिञ्जल (१७५० ई०) ने यह देखा कि नमक से मांस का क्षय (डिके) रुकता या बड़ता है। इस आविष्कार का उपयोग करके डिफो ने कैप्टन सिगिल्टन की साहसिक यात्राओं को सफल बनाने में योग दिया। मोर्नी (१७७३) ने हाइड्रो क्लोरिक अम्ल गैस द्वारा चिकित्सालयों के धूमन (फ्युमिगेशन) का सुझाव दिया लेकिन फौरत्रॉय (१७९१-९२) ने क्लोरीन के प्रयोग का प्रस्ताव किया और उसके ७-८ साल बाद स्मिथ ने

(१७९९ में) नाइट्रस वाष्प के इस्तेमाल पर जोर दिया। और आगे चलकर लिमेयर (१८६०) ने जीवाणुओं के विरुद्ध कार्बोलिक अम्ल की सक्रियता का अनुभव किया तथा वैक्स्टर (१८७५) ने कार्बोलिक अम्ल, पोटैशियम परमंगनेट, क्लोरीन तथा सल्फर डाइऑक्साइड की सक्रियता की तुलना की और कॉक (१८८१) ने मर्क्युरिक क्लोराइड का प्रयोग प्रारम्भ किया तथा यह भी सकेत किया कि अगर साबुन का उचित ढंग से प्रयोग किया जाय तो उसमें विद्यमान प्रतिपूयिक गुण का भी लाभ उठाया जा सकता है।

आजकल भूमिगत-रेलवे जैसे बन्द स्थानों की हवा को ओजोन से शुद्ध किया जाता है। लोक जल-प्रदायो तथा तैराई कुण्डों के उपचार के लिए क्लोरीन अथवा क्लोरोमीन प्रयुक्त होती है तथा कृषि के नियन्त्रण के लिए जीवाणुमारों और कीटमारों का उपयोग उसी सीमा तक किया जाता है जिस तक उर्वरकों का किया जाता है। वृक्षों और झाड़ियों के लिए चूना-गंधक विलयन, बोड़ों मिश्रण, बर्गण्डी पाउडर अथवा चेस्टनट पाउडर, मृदु साबुन तथा साबुनसहित पैराफीन के पायस काम में लाये जाते हैं। सामान्यतः खेती के कामों में फार्मालिडीहाइड गैस या विलयन, कार्बोलिक अम्ल तथा उसके सबद्ध पदार्थ, चूना, लाई, क्लोरीन और मर्क्युरिक क्लोराइड इस्तेमाल किये जाते हैं। मूखे बीजों का उपचार कार्बेनिक मर्करी धूलि से किया जाता है तथा परिवहन किये जाने-वाले मृदु फलों पर सल्फाइडो अथवा उसी प्रकार के अन्य चूर्णों को छिड़क दिया जाता है जिमसे वे आसानी से धुल सकें अथवा उनको व्यापित (इम्प्रेग्नेटेड) कागजों में लपेट दिया जाता है। निर्यात के लिए खालों का नमक तथा आर्सेनिक से उपचार किया जाता है; मांस और मछली के परिरक्षण के लिए नमक और नाइट्रेट, अण्डों के लिए सोडियम सिलीबेट, तथा फलरसों अथवा गूदे के लिए सल्फर डाइऑक्साइड या बेन्जोइक अम्ल का प्रयोग किया जाता है। हमें धायद ही कभी इस बात का ध्यान आता है कि मुरब्बों और जेलियों में शर्करा स्वयं एक प्रतिपूयिक का काम करती है अथवा अचारों में पड़ा सिरका वस्तुतः एक परिरक्षी है। बहुत सी बटनियों का परिरक्षी गुण यद्यार्थतः उनमें पड़े अम्ल के कारण होता है, यही अम्लता आजकल हाइड्रोजन आयन सांद्रण<sup>१</sup> के पदों में व्यक्त की जाती है। किन्तु द्वारा चुक, साइट्रिक अम्ल, एसिटोन तथा पनीर के सफल उत्पादन में अम्लता का नियन्त्रण बड़ा महत्वपूर्ण विषय है।

परिरक्षियों की होठ में विभिन्न साद्य पदार्थों के परिरक्षणार्थ उनकी इतनी अधिक

मल्ल्या प्रयुक्त होने लगी कि सम्य देशों में उन पर भी कानूनी नियन्त्रण लगाना पडा। उसका परिणाम यह हुआ कि खाद्यपरिरक्षण के लिए स्वच्छता एवं शीतमग्रहण मुख्य माधन बन गये। परन्तु इसमें सदेह नहीं कि इन साधनों का विकास भी रसायनज्ञों की ही सहायता से हुआ।

जीवाणुनाशन क्रिया के लिए क्षारों का भी अच्छा प्रयोग होता है जैसे केवल दध-उद्योग में ही बोनल घोंने के लिए दह सोडा<sup>१</sup>, सोडियम कार्बोनेट, सोडियम फास्फेट तथा सोडियम मिन्कीकेट की प्रचुर मात्रा प्रयुक्त होती है। सामान्यत यह नहीं माना जाता कि साबुन और पानी से घोंना भी रोगाणुनाशन की विधा है और इस क्रिया से भी बहु मल्ल्या में जीवाणुओं तथा अन्य सूक्ष्म प्राणियों का नाश हो जाना है।

औषध तथा दल्यचिकित्सा के क्षेत्रों में तो विविध प्रकार के रोगाणुनाशकों एवं प्रतिपूयिकों की अत्यधिक बहुलता है और उनकी मल्ल्या में दिन प्रति दिन वृद्धि होती चली जा रही है। फ्रान्स में पास्तूर द्वारा किये गये प्रारम्भिक काम तथा इंग्लैण्ड में लार्ड लिस्टर द्वारा उसके विकामन के बाद मानव अथवा अन्य जीवा के शरीर पर अधिकांश सूक्ष्म प्राणियों की उत्पत्ति एवं वृद्धि का नियन्त्रण अपेक्षाकृत बड़ा सरल हो गया, परन्तु जीवों के शरीर के अन्दर उन पर आक्रमण करना दुष्कर कार्य रहा है। फलतः भेषजों का प्रयोग अधिकतर लक्षणों के समनार्थ ही किया जाता रहा तथा यथार्थतया व्याधि का उपचार प्रकृति के अग्र ही छोड़ दिया जाता था। एक समय यह विचार किया जाता था कि ऐल्कलायडों की क्रिया चेनास्तो (नवं एण्डिगम) के उत्तेजन तक ही सीमित है परन्तु आगे चलकर अनुसन्धानों द्वारा यह सिद्ध किया गया कि क्वीनीन जैसे कुछ ऐल्कलायड मलेरिया के ट्राइपैनोसोम को प्रभावित करते हैं। अतएव क्वीनीन की व्युत्पत्तियाँ और अन्य सबद्ध यौगिक तैयार किये गये जो क्वीनीन से भी अधिक शक्तिसाली निकले। इस दिशा में अनुसन्धान एवं चिकित्सोपचार के फलस्वरूप वर्तमान रसचिकित्सा अर्थात् रासायनिक भेषजों द्वारा रोगों की चिकित्सा का विकास हुआ। अभी हाल में M B 693 (एक मर्फेनिल एमाइड) तथा पेनिमि-लीन नामक दो रसचिकित्सीय भेषजों को बड़ी प्रमुखता प्राप्त हुई है। पेनिमि-लीन एक फर्फूंद से प्राप्त ऐष्टिवायोटिक है जो कुछ सूक्ष्म जीवाणुओं के लिए नाशकारी है। यह फर्फूंद भी बहुत से जीवाणुओं के लिए प्रतिपूयिक है। वर्तमान समय में शरीर के अन्दर अथवा बाहरी प्रयोग के लिए अनेक रासायनिक पदार्थ काम में लाये जा रहे

है। इनमें से मर्करी, रजत (सिल्वर), आर्सेनिक, ऐंष्टीमनी तथा यसाद (जिंक) के अनेक लवण अथवा कार्बनिक यौगिक, बहुत से रंजक, फिनाँल तथा ऐल्कोहाल और उनकी कार्बनिक अथवा हैलोजनित व्युत्पत्तियाँ अथवा हैलोजन तथा ऐल्कलायड और उनकी व्युत्पत्तियाँ उल्लेखनीय हैं।

प्रसाधन (टायलेट) प्रयोजनों के लिए उपर्युक्त विविध प्रकार के प्रतिपूषिकों के अतिरिक्त हाइड्रोजन परआक्साइड तथा घातवीथ परआक्साइड, परबोरेट और परसल्फेट भी काफी मात्रा में प्रयुक्त होते हैं। पाजित (साइज्ड) कपास एवं वस्त्रों के लिए भी प्रतिपूषिकों की आवश्यकता होती है। एतदर्थ यसाद क्लोराइड का बहुत समय तक प्रयोग होता रहा लेकिन अब सैलिसिल ऐनिलाइड इसका स्थान लेता जा रहा है। इस्तहार बिपकाने वालों की लेई में भी मुकड़ी अथवा फफूंदी लगना बचाने के लिए कोई प्रतिपूषिक आवश्यक होता है। पाजन (साइज), सबोमिथित समार-ञ्जन<sup>१</sup> तथा जलीय रगलेपों में भी प्रतिपूषिक डालना पड़ता है। और बाह्य समार-ञ्जनों पर, विशेषकर आर्द्र स्थानों एवं उष्णदेशीय जलवायु में फफूंदी लगना रोकना रगलेप-उद्योग की एक बड़ी समस्या है।

युद्धकाल में बाहू के घोरों के परिरक्षणार्थ सबसे उत्तम एवं सतोषप्रद रीति निकालने के लिए भी बड़े अनुमन्वान किये गये तथा कापर नैप्थिनेट और त्रियोडोट की बृहत् मात्राएँ इस काम के लिए प्रयुक्त होती रही।

यदि हम परिनाशन (डिस्टम्पेन्टेशन) को भी रोगाणुनाशन (डिस्टम्पेन्शन) की श्रेणी में गिनें तो हमें सीस अ सनेट तथा निकोटीन जैसे औद्योगिक शीकरों (हार्ड-क्वचरल स्प्रेड) पर तथा घुन से बचाने के लिए अग्नो के धूमन, कोका शलभों से बचाने के लिए कोका शालिकाओं के धूमन तथा बहुत से खाद्यों एवं वस्त्रों के धूमन पर भी दृष्टि डालनी होगी। जहाजों में चूहों को मारकर उनके द्वारा फैलाये जाने-वाले रोगों को रोकने के लिए भी इसी प्रकार का उपचार आवश्यक होता है। इन सब बातों पर विचार करने से पता चलता है कि इस दिशा में रसायनज्ञों का कितना प्रवेश है।

रोगाणुनाशन एवं प्रतिपूषण की रीतियों में जल दोधन की स्कदनरीति भी शामिल है। जल में अलुमिनियम हाइड्राक्साइड सद्गुण पदार्थ डालने से उत्पन्न ऊर्ण-काय में तत्स्थित जीवाणु तथा अन्य अशुद्धियाँ अवशोषित हो जाती हैं। दूध के

पाश्चरीकरण में उष्मोपचार तथा खाद्यों की डब्बावन्दी में रसद्रव्यों का प्रयोग भी इसी प्रकार के नियंत्रण के साधन हैं।

### ग्रन्थसूची

- FREAR, D. E. H. *Chemistry of Insecticides and Fungicides* D. Van Nostrand & Co, Inc  
 MCCULLOCH, E. *Disinfection and Sterilization*. Henry Kimpton.  
 RIDEAL, S., AND RIDEAL, E. K. *Chemical Disinfection and Sterilization* Edward Arnold & Co

### कीटमार

एफ० टैटरस्फील्ड, डी० एस-सी० (लन्दन), एफ० आर० आई० सी०

‘दि इन्सेक्ट मिनिम’ नामक अपने मनोरञ्जक ग्रन्थ में एल० ओ० हावर्ड ने जीवन-संघर्ष में कीट और मनुष्य के विरोध को बड़े मुन्दर ढग से दर्शाया है। नाशिकीट (इन्सेक्ट पेस्ट्स) मनुष्य और उसकी सम्पत्ति का जो प्रत्यक्ष विनाश करते हैं उनका परिमाण अति विशाल है। इसके अतिरिक्त वे ऐसे विनाशकारी रोगों का भी परिवहन करते हैं जो मनुष्य तथा उसके पालतू जानवरों एवं पौधों का उतना ही व्यापक नाश करते हैं। इसमें सन्देह नहीं कि प्रकृति उनकी शक्ति को सीमित करने में बराबर प्रयत्नशील रहती है और साथ ही वह केवल ऐसे कीट नहीं उत्पन्न करती जो मनुष्यविरोधी हों। परन्तु मनुष्य ने अपनी तूफानी प्रगति में प्राकृतिक शक्तियों के समुलन में गड़बड़ कर दी है और अब धीरे-धीरे वह यह समझने लगा है कि कृत्रिम साधनों से नाशिकीटों का उन्मूलन करना ही उसके हित में है। इन कृत्रिम साधनों में रासायनिक उपाय बड़े महत्वपूर्ण हैं।

कीटमार तीन प्रकार के होते हैं—(१) उदरविष, जो शीकरण अथवा धूलन द्वारा कीटखाद्यों पर छिड़क दिये जाते हैं और इस प्रकार उनके पेट में पहुँचकर अपनी क्रिया करते हैं, (२) सस्पर्श विष (कॉन्टैक्ट प्वायज़न), कीटों का अन्त करने के लिए जिनका उनसे सस्पर्श ही पर्याप्त है, (३) घूमक, जो वाष्प अथवा गैस के रूप में कीटों का नाश करते हैं। और इनके मददगी ज्ञानवर्धन में पिछले बीस वर्षों में रसायनविज्ञान ने बहुमूल्य योगदान किया है। बहुत से कीटमार पदार्थों का ज्ञान तो पुराना है लेकिन



आधुनिक रसायनज्ञों ने उनके सक्रिय तत्त्व की खोज की, उनका मानकीकरण किया और उन्नति भी की। रसायनज्ञों ने ही यह भी बताया कि कीटमारों के साथ कुछ अन्य पदार्थ मिलाने से उनका प्रभाव और भी बढ़ जाता है। रसायनविज्ञान की प्रायः सभी शाखाओं ने इस कार्य की पूर्ति में अच्छा हाथ बटाया है।

अतीत में अधिकांश उदरविधियों का चुनाव बड़े जानवरों पर उनकी ज्ञात विपा-लुता के कारण ही किया गया था। लेकिन वर्तमान समस्या ऐसे पदार्थ खोजने की है जो मनुष्यों की तुलना में कीटों के लिए अधिक विपाकृत हो। ऐसे पदार्थों का होना असंभव नहीं है क्योंकि यह तो मालूम ही है कि कीट ऐसी अनेक वस्तुओं पर पलते हैं जो बड़े जानवरों के लिए हानिकारक होती हैं। यह समस्या सरल नहीं है और इसके हल में अभी पूर्ण सफलता नहीं प्राप्त हुई। १८६७ ई० में जब कोलोरेडो भृंगों का बड़ा प्रसार हुआ था तब पेरिसप्रोन् अर्थात् ताम्र एसिटोआसैनाइट का प्रयोग करके उनका प्रसार रोका गया था। यद्यपि यह आजकल भी मच्छरों के नियंत्रण के लिए काम में लाया जाता है, लेकिन इससे पेड़ पौधों की पत्तियों को काफी हानि होती है, इसलिए १८९२-९४ से इसके स्थान पर सीस आर्सेनेट प्रयुक्त होने लगा जो अब तक एक प्रमुख कीटमार माना जाता है। परन्तु इस पदार्थ की जोखिम के कारण खाद्य पदार्थों पर प्रयुक्त होनेवाली इसकी मात्रा की कड़ी सीमा निर्धारित कर दी गयी है। संयुक्त राज्य अमेरिका में, जहाँ कॉर्डॉलिंग शलभों को मारने के लिए सीस-आर्सेनेट का व्यापक प्रयोग किया जाता है, शीकर-अवशेष के निरसन के लिए लवाई के बाद सेवों के घोंने की प्रथा चालू की गयी है। सीस आर्सेनेट के स्थान पर कैल्सियम, यशद (जिंक) अलुमिनियम सद्म धातुओं के आर्सेनेट अथवा आर्सेनाइट जैसे अन्य पदार्थों का प्रयोग करने का भी प्रयत्न किया गया किन्तु कोई विशेष सफलता प्राप्त नहीं हुई। कॉर्डॉलिंग शलभों को मारने के लिए अनेक कार्बनिक रसायनों का भी अन्वेषण किया गया, लेकिन उनमें से सर्वोत्तम पदार्थ का उपयोग भी केवल बाद में शीकरन करने के लिए किया जा सका, जिससे खाद्य पदार्थों पर अत्यधिक आर्सेनिकलीय अवशेष न रह जाय। संयुक्त राज्य अमेरिका के बहुत से राज्यों में एक ही ऋतु में ६-१० बार शीकरन करना पड़ता है। कुछ स्थानों में थायोडाइ फिनिलअमीन का प्रयोग किया गया लेकिन यह बहुधा असफल रहा। वेन्टोनाइट संयुक्त निकोटीन सद्म स्थिरीकृत (फिक्स्ड) निकोटीनो के प्रयोग में कुछ सफलता मिली है परन्तु इतनी नहीं कि वह सीस आर्सेनेट का स्थान ले सके। मिलिकोफेन्थोरायडो और फेन्थोथ्रलुमिनेटो (फेन्थोलाइट) जैसी फेन्थोथरीन व्युत्पत्तियों का भी आविष्कार हुआ और वे बड़ी शक्ति-शाली कीटमार भी सिद्ध हुईं, लेकिन अत्यन्त लघु मात्रा में भी फेन्थोथरीन का दाँतों पर

दुष्प्रभाव पड़ने के कारण वे पदार्थ विषों की सूची में अनुमूचित कर दिये गये और उनकी उपयोगिता उननी न हो सकी जितनी पहले समझी गयी थी।

गंधक सबसे पुराना मानवज्ञात सस्पर्श विष है। यह तात्त्विक दशा में चूर्ण के रूप में अथवा पाली मत्फाइडों के रूप में प्रयुक्त होता है। पालीमत्फाइडों, विशेषकर चूना-मल्फर के रासायनिक अध्ययन के लिए काफी अन्वेषण की आवश्यकता हुई। फर्गुडीमार तथा कीटमार के रूप में गंधक की क्रिया की रीति पिछले कुछ वर्षों से जीवरासायनिक समस्या बनी हुई है। शल्ककीटो (स्केल इन्सेक्ट) का नाश करने में भी गंधक प्रभावी है।

पेट्रोलियमों का भी सस्पर्श-कीटमार के रूप में विस्तृत प्रयोग होता है। इनका शीकरण जाड़े और गर्मी दोनों ऋतुओं में किया जाता है, लेकिन अगर सल्फोनेट किये जा सकनेवाले हाइड्रोकार्बन अधिक मात्रा में उपस्थित हो तो गर्मीवाले उपचार के बाद बढ़ते हुए वृक्षों की काफी हानि होती है। पायसित (बहुधा अक्रिय पदार्थों के साथ) उच्च शुद्धतावाले भारी तेल आक्जल फलवृक्षों पर के शल्ककीटों तथा लाल मकड़ों को मारने के लिए बहुतायत से प्रयोग किये जाने लगे हैं। कोलतार तेल, विशेषकर ऐन्थ्रासीन तेल प्रभाग पायसित रूप में उगते हुए फलवृक्षों के लिए जाड़ों में प्रयुक्त होते हैं, इस उपचार से नाशिकीट अण्डावस्था में ही मर जाते हैं। ये कोलतार तेल पायस 'अफाइडों' तथा 'ऐप्लसकरों' के विरुद्ध तो प्रभावी होते हैं लेकिन लाल मकड़ी इनसे अप्रभावित रहती है। पिछले कुछ वर्षों से भारी पेट्रोलियम तेल अकेले अथवा अन्य पदार्थों की मिलावट में वृक्षवृद्धि की उत्तर अवस्था में प्रयुक्त होने लगे हैं जिससे लाल मकड़ी तथा जाड़े के शलभों (विण्टर माथ) का प्रभावी नियंत्रण किया जा सका है। इन पेट्रोलियम तथा तार आम्ल कीटमारों के मानकीकरण के लिए बहुत रासायनिक अनुशीलन करना पड़ा है। वसीय तथा टरपीनिक प्रकार के वनस्पति तेलों का एक सहायक के रूप में विस्तृत प्रयोग किया गया है।

वानस्पतिक उद्भव के कीटमार उदर तथा सस्पर्श दोनों प्रकार के विष होते हैं। सर्वाधिक महत्त्ववाले ऐसे कीटमारों में निकोटीन भी एक है और इसका प्रयोग धूमक के रूप में भी किया जा सकता है। निकोटीन का प्रयोग तम्बाकू-आक्वाथ अथवा ऐल्कलायड और उसके लवण के रूप में प्रायः २०० वर्षों से होता आ रहा है। पिछले कुछ वर्षों में निकोटीन पीठ, निकोटीन टैनेट तथा वेण्टोनाइट का बड़ी सावधानी से अध्ययन किया गया है। इसके अतिरिक्त रूसी कार्यकर्तारों के अनुसन्धानों के फलस्वरूप एनाबसिस एफिल्ला अथवा निकोटियाना ग्लौका में प्राप्त उसके मुख्य ऐल्कलायड, एनाबसीन ने भी इस क्षेत्र में काफी रुचि पैदा कर दी है। एनाबसीन

और निकोटीन का निकट रासायनिक संबंध है। प्रकृति में इस यौगिक के आविष्कार के पूर्व ही सी० आर० स्मिथ ने अपनी प्रयोगशाला में इसका संश्लेषण कर लिया था तथा इसे 'नियो निकोटीन' की सजा प्रदान की थी।

पाइरेथ्रम सबसे पुराना और सभ्यतः सबसे निरापद सस्पर्श-कीटनाशक है। बहुत दिनों तक यह 'क्रिसेन्थिमम रोजियम' के फूलों से बनता था और 'इन्सेक्ट पाउडर' (कीटनाशक) के नाम से ज्ञात था। अब यह 'क्रिसेन्थिमम सिनेरारी फोलियम' के फूलों से बनने लगा है। १९२४ ई० में स्टार्डिजर और रजिका द्वारा किये गये इसके सत्रिय तत्वों के रचनासंबन्धी कामों से आगे का मार्ग बड़ा प्रशस्त हो गया। उन्होंने यह बताया था कि इसमें पाइरेथ्रीन १ और पाइरेथ्रीन २ नामक दो सत्रिय तत्व हैं और ये दोनों क्रिसेन्थिममिक अम्लों तथा पाइरेथ्रीन नामक एक किटोनिक ऐल्कोहॉल के एस्टर हैं। बाद के कार्यों के फलस्वरूप इन वैज्ञानिकों द्वारा सुझाये गये इन यौगिकों के रासायनिक सूत्रों में केवल बहुत थोड़ा परिवर्तन किया गया है। इनके रासायनिक मूल्यांकन की रीतियाँ भी विकसित की गयीं, जिनके प्रयोग से और भी महत्वपूर्ण जानकारी प्राप्त हुई। उदाहरणार्थ यह मालूम हुआ है कि पूर्ण विकसित फूलों की पाइरेथ्रीन मात्रा सर्वाधिक होती है और इसी लिए अब इनकी लंबाई पूरे खिल जाने पर ही होती है न कि अधखिली अवस्था में। इन परीक्षणरीतियों से यह भी ज्ञात हुआ कि चूर्ण को धूप और हवा में खुला रखने में उसकी कीटनाशक शक्ति की जो हानि होती है वह आक्सीकरण के कारण होती है तथा प्रति आक्सीकर्ताओं के प्रयोग में उसका आंशिक बचाव किया जा सकता है, तथा यह भी ज्ञात हुआ कि फूलों के अण्डाशय में पाइरेथ्रीन की सबसे अधिक मात्रा होती है। अब चूर्ण के स्थान पर विविध पेट्रोलियम विलायकों से बने पाइरेथ्रम निस्सार (एक्सट्रैक्ट) का प्रयोग किया जाता है। मक्खियों और कटुवा-नामिकीटों के नियंत्रण के लिए ये निस्सार किरातन से बनाये जाते हैं तथा गोंदामों में मगूहीन पदार्थों के धीकरन के लिए निस्सार बनाने में शोधित भारी तेल प्रयुक्त होते हैं। यह धींधा मूलतः डालमैसिया में उत्पन्न होता था परन्तु अब जापान, कीनिया तथा संसार के अन्य भागों में भी इसका उत्पादन काफी बड़े पैमाने पर किया जाता है। कीनिया के पहाड़ी प्रदेशों में यह धींधा वर्ष के नौ-दस महीने फूला करता है। इन फूलों को कृत्रिम रीति से ५०° से० ताप पर सुखाया जाता है, क्योंकि अनुसन्धानों द्वारा यह निश्चित किया गया है कि इस क्रिया के लिए ५०° से० ही सर्वोत्तम ताप है। इस प्रकार तैयार किये गये पाइरेथ्रीन की प्रतिभूत मात्रावाले फूल बाजारों में विक्रान्त होते हैं। पाइरेथ्रम की प्रति नुप्राही कीटनाशक उसका धीकरन करने से उन्हें बड़ी धीघ्रता से लकवा मार जाता है। किसी दूसरे

कीटमार का इतना शीघ्र प्रभाव नहीं होता परन्तु पाइरेथ्रम के इस आसु प्रभाव से कीट बहुधा उबर जाते हैं और मरते नहीं, इसलिए इसकी विषालु क्रिया के प्रवर्धन के लिए डेरिस अथवा कुछ सक्लिष्ट यौगिक जैसे अन्य कीटमार उममे मिलाये जाते हैं।

देशी लोगों में बहुत काल तक कुछ पौधों द्वारा मर्ल्लियों को मूर्छित करके पकड़ने की प्रथा प्रचलित रही। इनमें से कुछ पौधे लेगुमिनोसी नामक प्राकृतिक गोत्र (नेचुरल आर्डर) के थे तथा शक्तिशाली कीटमार भी थे। लगभग ९० वर्ष पूर्व डेरिस की जड़ें इसी प्रकार प्रयुक्त होती थी परन्तु लोगों को यह अनुभव प्रायः भूल गया और बीसवीं शताब्दी के प्रारम्भ में फिर इस पदार्थ में लोगों की रुचि हुई। १९२० ई० से सप्ताह के सभी सम्मेलनों में इन पौधों पर अनुसन्धान किये जा रहे हैं और अब तक इनमें से पाँच प्रकाशनीयतया सक्रिय (ऑप्टिकली एक्टिव) केल्मीय विषालु तत्त्व एकलित किये जा चुके हैं। इनके नाम इस प्रकार हैं—रोटिनोन, एलिप्टोन, सुमा-ट्रॉल, टाक्सीकरॉल तथा मैलबकॉल। इनको कीटमारक शक्ति भिन्न-भिन्न होती है। डेम्पुलिन नामक एक छटा पदार्थ भी एकलित किया गया है परन्तु केवल रसमिक रूप में, यद्यपि जड़ों में यह प्रकाशनीयतया सक्रिय रूप में होता है। ये सभी यौगिक रासायनिक दृष्टि से एक ही प्रकार के हैं, 'ऑल' से अन्तर्हानेवाले नामों के यौगिक किनालिक होते हैं तथा कीटों के लिए अन्य यौगिकों से कम विषालु होते हैं। कीटनाशन के लिए रोटिनोन सबसे अधिक शक्तिशाली है परन्तु सम्पूर्ण पौधों की क्रिया इसमें पूरी तरह निहित नहीं होती। इन यौगिकों की संरचना का अध्ययन करने से अनेक वर्गों के रसायनज्ञ कार्यरत रहे हैं। डेरिस जड़ों के मूल्यांकन तथा चुनाव के लिए तन्मयित यौगिकों के मात्रात्मक विश्लेषण की रीतियों का भी विकास किया गया। 'डेरिस इलिप्टिका' नामक जाति में १२% रोटिनोन होता है तथा यह ईस्ट इण्डोनेशिया में प्राप्त होता है। यह तथा दक्षिणी अमेरिका से प्राप्त लॉन्कोकापेंस जाति आज के हमारे सर्वाधिक शक्तिशाली कीटमार है लेकिन इनकी विषालु क्रिया केवल कुछ चुने हुए कीटों पर ही होती है। इनकी क्रिया बड़ी मन्द गति से भी होती है लेकिन एक बार जो कीट इनसे प्रभावित हो जाय तो फिर वह शायद ही बच सकता है। टेफ्रोमिया, मुण्डुलिया तथा मिर्लेथिया नामक लेगुमिनस पौधों की अन्य प्रजातियों में भी उपर्युक्त वर्ग के सक्रिय तत्त्व मिले हैं परन्तु सम्प्रति केवल डेरिस और लॉन्कोकापेंस जातियों की जड़ों का ही वाणिज्यिक उपयोग किया जाता है।

कार्बनिक यौगिकों की किसी धेनी की कीटमारक शक्तिपरीक्षा करने पर यह देखा गया है कि उनकी विषालुता बहुधा अणु भार के साथ एक सीमा तक बढ़ती है। यह प्रक्रम प्रायः मत्त वसीय अम्लों, ऐल्कोहॉलों तथा थायोसियनेटों में देखा जाता है।

अपनी श्रेणी में तारिल थायोसिबनेट सबसे अधिक गतिशील है तथा ना-ब्युटिल कार्बोनेट जैसे अन्य थायोसिबनेटों में भी काफी कीटमारक गति होती है। आजकल इन पदार्थों का पर्याप्त वाणिज्यिक महत्व है। कुछ श्रेणियों में यौगिकों का रचना-भेद महत्वपूर्ण होता है। २:५-डाइनाइट्रो-आर्थो क्रिनाट तथा २:४-डाइनाइट्रो-६-साइक्रोहेक्सेफिनॉल जैसे समान रचनावाले यौगिक प्रायः समानतया गतिशील होते हैं। N-N-अनिलबेन्जिल-साइक्रोहेक्जिल अमीन अर्धो हाण का आविष्कृत कीटमार है, यह बनस्पतियों के लिए निरापद तथा कीटनाशन में गतिशील है। इसका यह विशेष गुण इनकी पारबंशुत्वा की प्रकृति पर निर्भर है। परन्तु गन कुछ वर्षों में इस क्षेत्र में रसायनविज्ञान द्वारा किये गये योगदानों में सबसे महत्वपूर्ण डी० डी० टी० (२, २-बिस-५-क्लोरोफिनिल-१, १, १-ट्राइक्लोरो इथेन) की कीटमारक गति का स्वयं आविष्कार है। मनुष्य के पराधर्मों कीट के प्रति यह विशेष रूप से प्रभावी सिद्ध हुआ है। कुछ सखिल यौगिक उपयोगी धूमक का भी काम करते हैं। कुछ समय पहले हाइड्रोसिपनिक अम्ल तथा कार्बन डाइ सल्फाइड धूमन के लिए प्रयुक्त होते थे, परन्तु इथिलीन आक्साइड, ऐलिल फॉर्मेट, क्लोरीनीयित हाइड्रो कार्बन तथा मिथिल सोमाइड जैसे यौगिक आज के महत्वपूर्ण धूमक पदार्थ हैं। गलम-सह बस्तों के लिए रंगहीन अम्ल रज्जको और कुछ जटिल फ्लुओराइडों जैसे पदार्थों का प्रयोग होता है। आस्ट्रेलिया में भेड़ों पर मानवश्री डिम्बों (जो पगड़ लावा) को मारने के लिए ग्लिसरिल बोरेटों का आभास प्रभाव देखा गया है।

ससर्प कीटमार के प्रयोग में यह आवश्यक है कि रसायनिक यौगिक का कीटों में निकटतम सम्पर्क हो, जब कि उदर-विषों के लिए पतियों तथा कीटों के अन्य साधों पर उनका चिपकना जरूरी होता है। इन प्रयोजनों के लिए नये-नये आर्द्रक, प्रसारक तथा आसजक पदार्थों की इतनी बड़ी मर्यादा आविष्कृत हुई है कि उनका उल्लेख करना यहाँ संभव नहीं है। कीटमारों का कीटों के बाह्य चर्म (क्यूटिकल) में प्रवेशन एवं प्रयुक्त भाज्यकों पर इनकी निर्भरता तथा इसी प्रकार की अन्य समस्याएँ बैज्ञानिक अनुसन्धान के महत्वपूर्ण विषय हैं और उनकी समीपतम परिनिरीता (स्मृति) की जा रही है।

## ग्रंथसूची

- GNADINGER, C. B. *Pyrethrum Flowers* McGill Lithograph Co.  
 HOLMAN, H. J. (EDITOR) *A Survey of Insecticide Materials of Vegetable Origin* Imperial Institute.  
 HOWARD, L. O. *Insect Menace*. Appleton & Co  
 MARTIN, H. *Scientific Principles of Plant Protection*. Edward Arnold & Co  
 SHEPARD, H. H. : *Chemistry and Toxicology of Insecticides* Burgess Publishing

## धूमन

जे० डी० हैमर, एफ० आर० आई० मी०

वैज्ञानिक रीति में विप्राकृत गैसों द्वारा नाशिकीटों के विनाशना को धूमन अर्थात् 'फ्यूमिगेशन' कहते हैं। नाशिकीटों में उन जीवों की गणना की जाती है जो मनुष्य पर पराधीन रहकर नया उसका रक्त चूषण करके उसको हानि पहुँचाते हैं और जो खाद्य पदार्थों, मृगहीन धान्यों एवं वस्तुओं का नुकसान करते हैं अथवा जो कृषि और पौधों की वृद्धि पर दुष्प्रभाव डालते हैं अथवा वे सभी जीव जो सामान्यतः मनुष्य के कल्याण में बाधक होते हैं।

स्टाक तथा मोनियर विलियम्स द्वारा १९२३ ई० में प्रकाशित 'पब्लिक हेल्थ रिपोर्ट न० १९' में हाइड्रोजन सायनाइड तथा उसके धूमन प्रयोग का एक संक्षिप्त इतिहास दिया गया है तथा 'जर्नल ऑफ एण्टोमालोजी' में भी इस विषय का चयन किया जा सकता है। प्राचीन मिस्रवासी पुरोहितों को यह अम्ल मालूम था। प्रूमियन ब्लू के आकस्मिक आविष्कार के सबन्ध में डीमबैक ने १८वीं शताब्दी के प्रारम्भ में इस यौगिक का उल्लेख किया था। १७८२ में शीले ने इसका अन्वेषण किया तथा इसको प्रूसिक अम्ल की सजा दी। लेकिन १८११ ई० में गे-लुमक ने शुद्ध हाइड्रोजन सायनाइड तैयार किया तथा सर्वप्रथम १८८६ ई० में संयुक्त राज्य अमेरिका के कृषि विभाग के कांविक्लेट द्वारा यह यौगिक साइटस वृक्षों के शलक कीटों को मारने के लिए एक धूमक के रूप में प्रयुक्त हुआ। केप सरकार के कीटवैज्ञानिक लौन्सवरी ने १८९८ ई० में रेल के डब्बों में शटमल मारने के लिए हाइड्रोजन सायनाइड का प्रयोग किया तथा १९०१ ई० में कारागृहों में यही उपचार रीति अपनायी गयी। १९१६ में

जोहान्सबर्ग कौंसिल ने हाइड्रोजन सायनाइड के नियमनार्थ एक कानून जारी किया था। भारत में सायनाइड गैस का प्रयोग सबसे पहले ग्लेन लिस्टन द्वारा १९०९ ई० में किया गया था। एक धूमक के रूप में हाइड्रोजन सायनाइड का प्रयोग 'संयुक्त राज्य क्वारंटाइन रेगुलेशन' द्वारा १९१० ई० में अधिकृत हुआ था। १९१७ में 'ऑस्ट्रेलियन क्वारंटाइन रेगुलेशन' ने भी पौधों तथा पोटलियो (पैकेज) के धूमन के लिए यह रीति विहित की और जहाजों में प्रयुक्त रीति की विस्तृत कार्य विधा १९१८ ई० में प्रकाशित हुई। जर्मनी में आटाचक्कियों के धुन मारने के लिए हाइड्रोजन सायनाइड १९१७ में प्रयुक्त हुआ। इटली में चूहों को इस रीति से नाश करने की रिपोर्ट ७० लुट्रारियो ने सन् १९२० ई० में 'आफिम इण्टरनैशनल' को दी। इंग्लैंड में हाइड्रोजन सायनाइड का सर्वप्रथम प्रयोग जहाजों के धूमनार्थ १९१२ ई० में हुआ। जहाजों का धूमन एक सुसंगठित उद्योग है, जो 'इण्टरनैशनल सैनेटरी कॉन्वेन्शन' की शर्तों की पूर्ति के लिए समस्त समुद्र-राष्ट्रों द्वारा व्यवहृत होता है। नाशिकीटों तथा रॉडेण्ट कुल के चूहे, चुहियों तथा खरगोशों जैसे जीवों को नष्ट करने के लिए धूमन सर्वाधिक सफल माधन है।

कीटों का एक सामान्य वर्गीकरण निम्नलिखित है—

(१) सैनिटरी नाशिकीट—इनमें पिस्सू, खटमल, जू तथा मच्छर जैसे रक्त-चूसक भी सम्मिलित हैं। ये नाशिकीट लोगों को केवल कष्ट ही नहीं देते वरन् उनके स्वास्थ्य के लिए भी भयावह होते हैं, क्योंकि ये सक्रामक रोगों का प्रसारण एवं प्लेग के कीटाणुओं का परिवहन भी करते हैं।

(२) गृह-नाशिकीट—इस वर्ग में रजत मीन (सिल्वर फिश), गृहवश्यी (हाउस माइट), तिलचटा, धीटियाँ तथा लकड़ी के सामान नष्ट करनेवाले भृंग और शलभ हैं।

(३) खाद्य और अन्नगार नाशिकीट—खाद्य पदार्थों को नष्ट करनेवाले कीट जैसे आटा-वश्यी (फ्लावर माइट), कोको शलभ, क्षुष्क फल-शलभ, भेषजागार-भृंग, यवान्न-धुन, आटा-शलभ, यवान्न-शलभ, बीज-धुन तथा तम्बाकू-भृंग।

(४) भाण्डारों और गोदामों के नाशिकीट—मनुष्य द्वारा उपजाये हुए पौधों को खाकर नष्ट करनेवाले कीट जो ससार भर में असीमित हानि करते हैं।

रॉडेण्टों में घरेलू चूहों, काले चूहों, भूरे चूहों तथा खरगोशों की गणना की जाती है। चूहे तथा चुहियाँ घरों और भण्डारों में पलनेवाले बड़े दुष्ट नाशिकीव हैं। अनुमान है कि ये जीव केवल इंग्लैंड में ही प्रति वर्ष लगभग १५ करोड़ पौण्ड की सम्पत्ति का नाश करते हैं। इस महती आर्थिक हानि के अलावा ये बीत्स रोग, पद एवं मुख-

रोग तथा सबसे भयकर प्लेग के कीटाणुओं का (चूहों के पिस्सुओं द्वारा) परिवहन करते हैं।

जैविकीविद् एवं कीटवैज्ञानिक इन नाशिकीटों तथा जीवों के स्वभाव का बड़ी सावधानी से अध्ययन करते हैं जिससे इनके विनाश के वैज्ञानिक क्रियाकरण के लिए धूमन-कर्मों लोग भली प्रकार सावधान एवं मचेष्ट रहें। सारे मसार के स्वास्थ्य-अधिकारी इस दिशा में बराबर सावधान रहते हैं तथा प्रयत्न लोगों के स्वास्थ्यमुख-मुविधा की सुरक्षा के लिए और द्वितीयन खाद्यों का तथा अन्य संपत्ति का परिरक्षण करके सामान्य आर्थिक व्यवस्था के मज्जन के लिए अन्वेषणकार्य निरन्तर चलाते रहते हैं।

यद्यपि सभी नाशिकीटों का सविस्तर वर्णन इस लेख में नहीं किया जा सकता, फिर भी यह तो स्पष्ट है कि उनमें से प्रत्येक के स्वभाव का विस्तृत अध्ययन इसलिए आवश्यक है कि धूमन द्वारा उनको पूरी तरह में नष्ट किया जा सके।

कुशलतापूर्वक किसी स्थान का धूमनोपचार करने के लिए उस स्थान को विधि-वत् तैयार करना तथा उसे गपेष्ट रूप से बन्द करना परमावश्यक है। कीटों एवं रोडेण्टों के नाश के लिए गैस की आवश्यक मात्रा का प्रयोग द्वारा ठीक-ठीक निश्चय कर लेना तथा मस्पर्श-काल और उपयुक्त ताप को अच्छी तरह समझ और जान लेना चाहिए। स्थानविशेष के अन्दर रखे सामानों द्वारा अवशोषित होनेवाली गैस की मात्रा का भी ठीक-ठीक अनुमान होना चाहिए जिससे उसके लिए भी गुञ्जाइश रखी जा सके।

धूमन के लिए अनेक विषालु गैसों तथा वाष्पों का प्रयोग किया गया है लेकिन अभी तक केवल हाइड्रोजन सायनाइड और इथिलीन आक्साइड का ही कुछ वाणिज्यिक महत्त्व रहा है। इसमें कोई सन्देह नहीं कि इन अत्यन्त विषालु गैसों का प्रयोग करने के लिए पूर्णतया प्रशिक्षित तथा सुरक्षा के कुशल साधनों से भली भाँति सज्जित कार्य-कर्ता अनिवार्यतः आवश्यक हैं। और इन महाभयावह विषों का व्यापक प्रयोग करने वालों का यह परम कर्तव्य है कि वे जनता की सुरक्षा का प्रथम तथा अक्षुण्ण ध्यान रखें। एतदर्थ किसी स्थान अथवा सामान का विषालु गैसों द्वारा उपचार कर लेने के बाद उसका खूब अच्छी तरह से वातन करना अर्थात् उसमें प्रचुर मात्रा में वायु का परिचालन करना उन्हीं प्रशिक्षित धूमनकर्मियों की ही जिम्मेदारी है। गैसोपचार के बाद किसी स्थान को जनोपयोग के लिए निरापद घोषित करने के पहले यह पूरी तरह जाँच लेना चाहिए कि वहाँ अवशोषित अवशिष्ट गैस इतनी मात्रा में तो सांद्रित नहीं हो गयी है जिससे भयानक स्थिति उत्पन्न हो जाय।

गत बीस वर्षों में धूमन की रीतियों के विकास में बड़ी प्रगति हुई है और अब घग्ने के नाशिकीवों का नाश करना तथा घर के साज सामान तथा कपड़ों बिछीनों को



साफ करना इत्यादि घूमनविशेषज्ञों का काम हो गया है। खाद्य पदार्थों तथा गोदामों और भण्डारों का गैसोपचार तो एक उद्योग बन गया है, जिससे सरकार को हाइड्रोजन सायनाइड के खतरे से जनता की सुरक्षा के लिए उपयुक्त कानून जारी करना पड़ा है।

इस विषय अर्थात् नाशजीवों के वैज्ञानिक विनाशन का अध्ययन करनेवालों को 'इम्पीरियल कालेज ऑफ साइन्स एण्ड टेक्नॉलोजी' के एण्टोमालोजी विभाग के प्रोफेसर जे० डब्ल्यू० मूनरो तथा उनके सहयोगियों के प्रकाशनों को भी पढ़ना चाहिए। इनकी प्रविधि तथा कीटों पर घूमन प्रतिक्रिया के यथार्थ अन्वेषण के लिए इनके मौलिक उपकरणों का भविष्य में मनुष्य के स्वास्थ्य एवं आर्थिक व्यवस्था पर महत्वपूर्ण प्रभाव होगा। युद्धकाल में घूमन की प्रथा बहुत कुछ कम कर दी गयी लेकिन साथ ही इसमें कुछ महत्वपूर्ण विकास भी किये गये हैं।

एच० डब्ल्यू० सेमौर ने एक सफल उष्णवाष्प-घूमन यंत्र (हॉट वेपर प्यूमिगेशन मशीन) बनाया है, जो आवश्यक सप्तरस-काल के बाद उष्ण वायु-परिचालन यंत्र का भी काम देता है। इसके प्रयोग से गैसोपचार के बाद स्थानविशेष में हवा परिचालन का समय बहुत कम हो गया तथा उम पर मौसम का जो प्रभाव पड़ता था वह भी समाप्त हो गया। यह निश्चय ही घूमनप्रविधि की उत्तम प्रगति है।

मनुष्यों के लिए निरापद कीटमार के रूप में डाइक्लोर-डाइफेन्टाइल ट्राइक्लोर इथेन (डी० डी० टी०) के आविष्कार से घूमन कार्य का भविष्य भी बड़ा उज्ज्वल हो गया है तथा हाइड्रोसियनिक अम्ल प्रयोग करनेवाले कार्यकर्ताओं के सिर से चिन्ता का बहुत बड़ा बोझ उतर गया है। डी० डी० टी० का उत्पादन प्रारम्भ हो गया है तथा युद्ध की समाप्ति पर इसके व्यापक प्रयोग की प्रतीक्षा की जा रही है।

### ग्रन्थसूची

- HAMER, J D : *Cyanide Fumigation of Ships. Journal of the Royal Sanitary Institute. U. L. A. W S Monograph*  
 MONIER-WILLIAMS, G. W. . *Effect on Foods of Hydrogen Cyanide. Ministry of Health Report, No. 60. H. M. Stationery Office.*  
 STOCK P G., AND MONIER-WILLIAMS, G. W. *Hydrogen Cyanide for Fumigation Purposes. Ministry of Health Report, No. 19. (This contains an extensive Bibliography on the subject ) H. M Stationery Office.*

## अध्याय ७

### प्राविधिक तथा अन्य रसद्रव्य

फ़ार्मिस एच० कार, मो० बी० ई०, डो० एम सी०

(मैन्च०), एफ० आर० आई० सी०

इस अध्याय में कुछ ऐसे रासायनिक पदार्थों की व्याख्या की जायगी, उद्योगों में जिनकी बड़ी उपयोगिता है तथा जो घरेलू, औपधीय, वैज्ञानिक तथा अन्य कार्यों के लिए प्रयुक्त होते हैं। रासायन-विज्ञान की यह शाखा इतनी व्यापक और आधार-भूत हो गयी है कि आज दिन ऐसे रासायनिक पदार्थों की संश्लेषण उपलब्धि के बिना दैनिक जीवन-स्तर को उचित ढंग से बनाये रखना कठिन है। इस क्षेत्र के विस्तार को देखकर प्रस्तुत पुस्तक में ऐसे सभी पदार्थों का उल्लेख करना संभव नहीं है, अतः इनके कुछ प्राणिक उदाहरण लेकर यह दर्शाने की चेष्टा की जायगी कि वे हमारे दैनिक जीवन में किस प्रकार प्रवेष्ट कर गये हैं।

**अम्ल—**साइट्रिक, टारटरिक, लैक्टिक, ऑक्जैलिक, टैनिक, फॉर्मिक, ऐस्का-विक, सैलिमिलिक, बेन्जोइक, ऐसेटिक, हाइड्रोफ्लुओरिक, बोरिक तथा आर्सेनिक अम्ल—जैसे कितने अम्ल हैं जिनका उत्पादन यद्यपि सल्फ्यूरिक, हाइड्रोक्लोरिक और नाइट्रिक अम्लों के बड़े पैमाने पर नहीं होता, परन्तु जिनका प्राविधिक क्रियाओं तथा घरेलू कार्यों में महत्वपूर्ण उपयोग होता है। इसलिए शुद्ध अवस्था में उनका उत्पादन आवश्यक है।

**साइट्रिक अम्ल—**पहले यह अम्ल केवल नींबू, बरगमाट अथवा लाइम से ही प्राप्त होता था, लेकिन अब यह अधिकांशतः कुछ फेफूदी द्वारा शर्करा के किण्वन से उत्पन्न किया जाता है। मोडियम साइट्रेट तथा पोटासियम साइट्रेट का ज्वर-पीड़ित रोगियों को प्यास कम करने के लिए तथा रुधिर स्कंदन (ब्लड क्लैरिफ़िकेशन) रोकने के लिए औषध के रूप में प्रयोग किया जाता है। कभी-कभी बच्चों को पिलाने के लिए गोदुग्ध में भी यह डाला जाता है जिससे उनके पेट में स्कंद नहीं बनने पाता।

**टारटरिक अम्ल—**यह अम्ल अगूरों से प्राप्त होता है, मदिरा निर्माण में प्राप्त उपजातों, कैल्सियम तथा पोटासियम लवणों से टारटरिक अम्ल बनाया जाता है।

वेकिंग पाउडर तथा बुदबुद पेयो का यह एक साधारणसंघटक है, मिडिलिज पाउडर जैसी औषधों में भी इसका प्रयोग होता है।

**लैक्टिक अम्ल**—लैक्टिक अम्ल दण्डाणुओं (बैमिलस) द्वारा दुग्ध शर्करा के किण्वन से यह अम्ल तैयार किया जाता है। चमड़े की कमाई तथा ऊन की रंगाई में लैक्टिक अम्ल का महत्त्वपूर्ण प्रयोग होता है। औषध में भी इसका उपयोग है उदाहरणार्थ कैल्सियम लवण के रूप में यह अम्ल विशेष रूप से प्रयुक्त होता है क्योंकि मानव शरीर में कैल्सियम इस रूप में बड़ी सरलता से पचता है।

**ऑक्जैलिक अम्ल**—स्वर्वा, अम्लीका (उट सोरेल), चुकन्दर की पत्तियों, तथा हरीतकी—जैसे वानस्पतिक पदार्थों में यह अम्ल होता है। हरीतकी चर्म निर्माण में प्रयुक्त होनेवाले टैनिक अम्ल का भी अच्छा स्रोत है। प्राकृतिक पदार्थों में विद्यमान होने पर भी ऑक्जैलिक अम्ल बहुधा रासायनिक विधाओं से ही बनाया जाता है। इन विधाओं में लकड़ी का बुरादा और शर्करा सदृश ऐसे पदार्थ प्रयुक्त होते हैं जिनमें यह अम्ल नहीं होता वरन् इन पर क्रमशः दह-शारो अथवा नाइट्रिक अम्ल की क्रिया से उत्पन्न होता है। यह कार्बन से भी बनता है, इससे कार्बन भानोऑक्साइड, उससे सोडियम फॉर्मेट और अन्त में सोडियम आक्जैलेट बनता है। अम्ल पोटासियम ऑक्जैलेट 'सोलेल लवण' अथवा 'निबु का लवण' के नाम से भी जाना जाता है। यह अम्ल तथा इसका पोटासियम लवण वस्त्र उद्योग में बहुतायत से प्रयुक्त होते हैं विशेषकर कैंलिको छपाई में। रंग अथवा रोशनाई के धब्बे छोड़ने तथा चमड़ा साफ करने में भी इसका प्रयोग होता है।

**टैनिक अम्ल**—यह गैलोटेनिक अम्ल के नाम से भी जाना जाता है तथा ओक-गाल्स के किण्वन से प्राप्त किया जाता है। इसमें रक्तरोगी (स्टिप्टिक) गुण होता है, इसके द्वारा अल्बूमिन का अवक्षेपण ही प्रायः इस गुण का कारण है। जलने के उपचार में इसका उत्तम प्रयोग होता है। रक्त-स्राव रोकने के इसके गुण का उल्लेख तो ऊपर किया ही गया है। वस्त्र एवं चर्म उद्योग में टैनिक अम्ल का विशेष उपयोग तथा महत्त्व है।

विविध छालों तथा काष्ठ-फल्लों के निस्सारण से प्राप्त टैनिक अम्ल के जटिल यौगिकों को "टैनिन" की संज्ञा प्रदान की जाती है। इन टैनिनों का प्रयोग बहुत काल से वस्त्र तथा चर्म उद्योगों में होता आया है। छाल का टैनिन द्वारा उपचार करने से ही अच्छा चमड़ा बनता है। रोशनाई बनाने के लिए भी टैनिन का प्रयोग बड़े प्राचीन समय से होता आया है।

**फार्मिक अम्ल**—'वसीय अम्ल' कहे जानेवाले कार्बनिक अम्लों की श्रेणी का

यह प्रथम यौगिक है, तथा एमेटिक, व्युटिरिक तथा स्टियरिक अम्ल इस श्रेणी के अन्य यौगिक हैं। भयभीत चींटियों द्वारा छोड़ी गयी तीखी गन्ध फार्मिक अम्ल के ही कारण होती है। वाणिज्यिक पैमाने पर यह अम्ल कार्बन मानो ऑक्साइड तथा दह क्षार की क्रिया में सोडियम फॉर्मेट बनाकर तथा उससे स्वतंत्र अम्ल मुक्त करके तैयार किया जाता है। वस्त्रोद्योग में भी रंगाई के लिए यह प्रयुक्त होता है।

**ऐस्कार्बिक अम्ल (विटामिन सी)**—इस अम्ल का मश्लेपण ग्लूकोज से किया जाता है। ग्लूकोज में साइट्रोल, उसमें सावॉज और मावॉज में ३-कीटोएलगुलोनिक अम्ल और अन्त में लैक्टोन बनाया जाता है। निबु जाति के फलों का महत्त्व अधिकांशतः इसी विटामिन के कारण होता है क्योंकि दैनिक आहार में इसका होना परमावश्यक है, अन्यथा इसकी हीनता में प्रगिताइ<sup>१</sup> नामक रोग हो जाता है।

**सॅलिसिलिक अम्ल**—यह अम्ल फिनॉल पर कार्बन मानो-ऑक्साइड की क्रिया में बनता है तथा यह एक शक्तिशाली प्रतिपूयिक भी है। इसके सोडियम और पोटॅ-मियम लवणों का प्रयोग औषधीय क्षेत्र में भी होता है। एस्परीन इसकी प्रख्यात व्युत्पत्ति है जिसका बड़ा व्यापक प्रयोग होता है।

**बेञ्जोइक अम्ल**—यह सर्वप्रथम घूप निर्यास (गम बेञ्जोइन) में बनाया गया था। इस निर्यास में ऊर्ध्वपानन (सञ्जीवेशन) द्वारा बेञ्जोइक अम्ल के केलाम बनाये जा सकते हैं, परन्तु वाणिज्यिक पैमाने पर यह कोलतार जामुन टोलुइन से आक्सीकरण विधा द्वारा तैयार किया जाता है। इसका सोडियम लवण औषध के रूप में प्रयुक्त होता है।

**फार्मिक और सॅलिसिलिक अम्ल**—पहले खाद्य पदार्थों के परिरक्षण के लिए इस्तेमाल किये जाते थे, परन्तु अब घोरिक अम्ल को छोड़कर इस प्रयोजन के लिए इंग्लैण्ड में केवल मलकर डाइ-ऑक्साइड तथा बेञ्जोइक अम्ल ही प्रयुक्त किये जा सकते हैं और वे भी केवल सीमित मात्राओं में।

**घोरिक अम्ल**—इसे वॉरैमिक अम्ल भी कहते हैं। यह कुछ स्रजियों से व्युत्पन्न किया जाता है और विशेषकर ज्वालामुखी प्रदेशों में पाया जाता है। भूमि की दरारों से निकलने वाला को सघनित करके टम्कनी में बहुत सा घोरिक अम्ल बनाया जाता है। यह एक प्रतिपूयिक के रूप में प्रयुक्त होता है। १५ वर्ष के प्रतिबन्ध के बाद युद्ध-काल में सूजर-मास और मार्गरीन के परिरक्षण के लिए इसका प्रयोग फिर

आरम्भ हुआ। बोरैक्स (सुहागा) नामक इसका सोडियम लवण कुछ प्रकार के काच बनाने के काम आता है तथा कपड़ा धुलाई उद्योग में भी प्रयुक्त होता है।

हाइड्रोफ्लुओरिक अम्ल—फ्लुओस्फोर पर सल्फ्युरिक अम्ल की क्रिया से यह अम्ल प्राप्त किया जाता है तथा जलीय विलयन के रूप में मोम अथवा गटापार्चा की बोतलों में प्राप्य होता है। इस अम्ल में काच बड़ी सरलता से घुल जाता है अतः काच के निक्षारण<sup>१</sup> के लिए इसका अच्छा प्रयोग किया जाता है।

पंथिक पदार्थ<sup>२</sup>—कली चूना, दह पोटाश, दह सोडा, स्ट्रोनियम हाइड्रक्साइड तथा मैग्नेसिया और दारौय घात्वीय ऑक्साइड साधारण पीठ माने जाते हैं। इन पदार्थों से अम्लों का उदासीनीकरण<sup>३</sup> होता है तथा द्विविच्छेदन द्वारा लवण और जल उत्पन्न होते हैं, अम्लों के हाइड्रोजन धातुओं द्वारा विस्थापित होते हैं, फलतः लवण बन जाते हैं। दह पोटाश, पोटैशियम क्लोराइड के विद्युदाशन (इलेक्ट्रोलीसिस) से बनता है अथवा पोटैशियम कार्बोनेट विलयन पर बुझाये चूने की क्रिया से तैयार किया जाता है। पोटैशियम कार्बोनेट भी क्लोराइड से ही लिम्बाक की सहायता विधा द्वारा, या सिद्धान्ततः अमोनिया-सोडा विधा-जैसी एक विधा से भी, (जिसमें अमोनिया के स्थान पर ट्राइमिथिल अमीन प्रयुक्त होता है) तैयार किया जाता है। कुछ प्रयोजनों में मूल्यवान दह पोटाश के स्थान पर दह सोडा प्रयुक्त होता है, जो सस्ता होने के साथ-साथ समान रूप से उपयोगी होता है। लेकिन लकड़ी घुरादे से बड़े पैमाने पर ऑक्सीलिक अम्ल तैयार करने के लिए दह पोटाश ही आर्थिक दृष्टि से उत्तम सिद्ध हुआ है; क्योंकि केवल दह सोडा के इस्तेमाल से पोटाश अथवा पोटाश सोडा मिश्रण की प्रयुक्ति की तुलना में ऑक्सीलिक अम्ल की प्राप्ति केवल एक-तिहाई होती है। दूसरी ओर बाहिनी गैसों (फ्लूगैस) के विश्लेषण में ऑक्सीजन अवशोषण के लिए पाइरोगैलिक अम्ल का सोडा विलयन पोटाश विलयन की अपेक्षा अधिक उत्तम प्रतिकर्मक है। दह पोटाश द्वारा अधिकान्त घात्वीय लवणों का विच्छेदन हो जाता है तथा ऊँचे ताप पर बहुत से पदार्थों पर इसकी राक्षसात्मक क्रिया होती है। बहु-संख्यक औद्योगिक विधाओं में इसका प्रयोग किया जाता है। मृदु साबुन बनाने में भी दह पोटाश का प्रयोग होता है। इस साबुनीकरण में अलसी, हेल तथा सील तेल जैसे शोषण तेलों के बसीय अम्लों के पोटैशियम लवण बनते हैं।

मैग्नेसिया का प्रयोग अमोनिया-सोडा विधा में होता है तथा यह ऊष्ममह पदार्थों

के रूप में भी इस्तेमाल किया जाता है। चिकित्सीय क्षेत्र में मैग्नेसिया एक उत्तम प्रति-अम्ल (एंटी-एसिड) के रूप में प्रयुक्त होता है।

लवण—प्राविधिक महत्व के लवण अनेक हैं। सस्ते, जल-विलेय तथा अपेक्षा-कृत निरापद होने के कारण सोडियम लवण विभिन्न उद्योगों में निरन्तर प्रयोग किये जाते हैं। सोडियम लवणों के स्थान पर पोटैसियम लवण भी प्रयुक्त हो सकते हैं, और कभी-कभी तो पोटैसियम लवण का प्रयोग अधिक लाभदायी माना जाता है। पोटैसियम परमैंगनेट तथा क्लोरेट सोडियम लवणों की अपेक्षा अधिक सरलता से केलामित किये जाते हैं इसीलिये वे अधिक परिशुद्ध अवस्था में प्राप्त किये जा सकते हैं। साधारण काल्डेमन पाउडर के निर्माण में पोटैसियम नाइट्रेट प्रयुक्त होता है क्योंकि वायु माण्डलिक आद्रता शोषण गुण के कारण सोडियम नाइट्रेट का प्रयोग अव्यवहार्य है। परन्तु सोडियम नाइट्रेट, नाइट्रोजनीय उर्वरक के रूप में भी बहुतायत से प्रयोग किया जाता है। यह चीनी के क्षेत्रों में पाया जाता है। कृषि योग्य भूमि में पोटैसियम की कमी उसमें पोटैसियम क्लोराइड अथवा सल्फेट डालकर पूरी की जाती है, कैनाइट नामक खनिज में यह पोटैसियम और मैग्नेसियम के द्विलवण के रूप में विद्यमान होता है। कुछ रंग-द्रव्यों के उत्पादन में पोटैसियम फेरोसायनाइड और डाइ-क्रोमेट सघटक का काम करते हैं। इन रंगद्रव्यों का प्रयोग टैनिंग, रंगीन फोटो छपाई तथा क्रोमियम प्लेटिंग में किया जाता है। पोटैसियम फेरोसायनाइड तथा धातवीय सोडियम को एक साथ गरम करके सोडियम और पोटैसियम सायनाइडों का एक मिश्रण तैयार किया जाता है, जिसका प्रयोग स्वर्ण निस्कारण की मैकार्थर-फरिस्ट विधा में होता है। रजक पदार्थों के उत्पादन में सोडियम नाइट्राइट का प्रयोग बड़े आधारभूत महत्व का है। चीनी-सान्टोपोटर अर्थात् सोडियम नाइट्रेट को सीस के साथ गरम करके सोडियम नाइट्राइट बनाया जाता है, इस विधा में प्रयुक्त होनेवाला सीस (लेड) नाइट्रोजन स्थिरीकरण उद्योग में एक उप-जात के रूप में प्राप्त होता है। सोडियम फार्मालिहाइड सल्फोआक्विडिलिट इसका एक दूसरा महत्वपूर्ण लवण है, इसे 'रोयानाइट' भी कहते हैं। इसे बनाने के लिए पहले सोडियम मेटावाइसल्फाइट पर यनाद (त्रिक) की प्रतिक्रिया करायी जाती है और फिर उत्पन्न वस्तु का फार्मालिहाइड द्वारा उपचार कराया जाता है। यह कैल्शियम की छपाई में प्रयुक्त होता है। सोडियम सिलिकेट अर्थात् वाटर-ग्लास अण्डों के परिरक्षणार्थ प्रयुक्त होता है। कार्बो-नेट पत्थर खननों को जलवायु प्रभाव से बचाने के लिए भी वाटर-ग्लास का प्रयोग होता है।

अमोनियम सल्फेट का उल्लेख एक महत्वपूर्ण कृत्रिम खाद के रूप में पहले ही

किया जा चुका है। इसका क्लोराइड टाँका लगाने में इस्तेमाल किया जाता है। तथा उसका विलयन लेबलाकी सेलो में विद्युदक्ष (एलेक्ट्रोलाइट) का काम करता है। नाइट्रेट का प्रयोग विस्फोटक मिश्रणों के सघटक के रूप में होता है तथा यह नाइट्रस आक्साइड-जैसे निष्चेतन गैसों का स्रोत भी है। वाणिज्यिक अमोनियम कार्बोनेट स्मेलिंग-साल्टों का मुख्य सघटक भी होता है। अन्य महत्वपूर्ण लवणों में बोरैकम का उल्लेख किया जा सकता है, इसका प्रयोग काच बनाने में, सधान (वर्ल्डिंग) में तथा औषध के रूप में किया जाता है। सोडियम परबोरेट और सोडियम मेटामिलिकेट कपड़ा धुलाई में अपक्षालक<sup>१</sup> के रूप में प्रयुक्त होते हैं। सोडियम हेक्जामेटा फामफेट जल मृदूकरण के लिए इस्तेमाल होता है तथा बड़े पैमाने पर उसका उत्पादन किया जाता है।

बेरियम और स्ट्रान्शियम लवणों का प्रयोग आतशबाजी में होता है, बेरियम से हरा तथा स्ट्रान्शियम से लाल रंग का प्रकाश निकलता है। मैग्नेसियम सल्फेट अर्थात् 'एप्सम साल्ट' तथा सोडियम सल्फेट यानी 'ग्लोबर्म साल्ट' रेचक के रूप में प्रयुक्त होते हैं। पारद के लवण औषध के लिए इस्तेमाल होते हैं, इनमें कैलोमेल विशेष उल्लेखनीय है। मरक्यूरिक क्लोराइड अर्थात् कोरोसिव सल्फीमेट एक उत्तम प्रतिपूयिक भी है तथा फ्लिमनेट कारतूस की टोपी दगाने के काम में आता है। यशद क्लोराइड का प्रयोग लकड़ी के परिरक्षण के लिए किया जाता है तथा सूती वस्त्रों के भराव के लिए भी इस्तेमाल होता है। यशद क्लोराइड और आक्साइड को घूर्णित काच को साथ मिला कर दन्त भराव के लिए भी इस्तेमाल किया जाता है। घावों के घोलने तथा नेत्र रोगों के लिए यशद सल्फेट का जलीय विलयन एक उत्तम कपाय लोशन का काम करता है। पैठिक सीस कार्बोनेट अर्थात् 'प्लाइट लेड' का प्रयोग रंग तैयार बनाने में होता है। सीस एंजाइड बड़ा विस्फोटक पदार्थ है अतः उसका प्रयोग तदर्थ किया जाता है। विषमय तथा लौह लवणों का प्रयोग औषध के रूप में होता है। लौह सल्फेट स्वर्ण निस्सारण विधा में भी प्रयुक्त होता है।

कुछ पराक्मी यौगिकों का उल्लेख करना भी आवश्यक है क्योंकि उनका भी बड़ा प्राविधिक महत्व है। अलुमिनियम की तश्तरियों में रखे सोडियम पर तप्त हवा की क्रिया से सोडियम पराक्माइड प्राप्त होता है तथा सोडियम अथवा पोटैशियम पर-सल्फेट बनाने के लिए बाइसल्फेटों का विद्युदायन<sup>२</sup> करना पड़ता है। अमोनियम

परमल्लेट बनाने के लिए भी प्रमोनिनन लॉरेट के सफ़ाईयुक्त अम्ल विलयन में विद्युत धारा प्रवाहित करनी जाती है। इन लवणों का उपयोग विखननकारक तथा स्वच्छ वाष्प के रूप में होता है। हाइड्रोबन पराक्साइड भी एक दुर्लभ विखननकारक है, विशेषकर जल के लिए। रंग बनाने के लिए जीन जल में कार्बन डाइक्साइड प्रवाहित करके उसमें बीजे-बीजे बेसियन पराक्साइड डाला जाता है। अतिरिक्त बेसियन कार्बो-नेट के नीचे बैठ जाने पर स्वच्छ द्रव को गून दबाव पर माहित किया जाता है।

**विश्लेषक**—जब कुछ वस्तु में विश्लेषकों की संख्या तथा उनके औद्योगिक प्रयोग दोनों में महती वृद्धि हुई है। इनका प्रतिपादन निम्नलिखित वर्गों के आधार पर किया जाना चाहिए हाइड्रो कार्बन तथा अन्य विश्लेषक कौटोन, ऐल्कोहॉल तथा उनके ईथर, एस्टर, ग्लाइकोल, माइक्रोहोर्क्रेन अम्लमिश्रण, क्लोरो-मैंगनीक, तथा सुनदहन (पेन्टि-मालिग) विश्लेषक। प्रस्तुत विवेचन में प्रत्येक वर्ग के केवल कुछ अत्यन्त महत्व-पूर्ण यौगिकों का ही उल्लेख समझ है। रासायनिक निर्माण की बहुमध्यक विधाओं में इनके प्रयोग के अलावा वे प्रकाशों, रंग तथा और बालियों के उत्पादन में भी व्यापक रूप में प्रयुक्त होते हैं।

कोलमर के प्रभावजनक अम्लन<sup>१</sup> में प्रायः बेन्झीन टॉरुइन और हाइड्रोजन के विश्लेषकों के रूप में बहुमध्यक प्रयोग होते हैं। टॉरुइन तो विशेष रूप से रेडीनों को ब्रूताने के काम में आती है तथा प्रकाशों के तनुकर्ता के रूप में भी बहुत उपयोग होती है। प्रत्येक विनाश रासायनिक निर्माण विधाओं में पेट्रोलियम हाइड्रोकार्बनों का प्रयोग विश्लेषकों के रूप में होता है, इनका संख्या होता उनकी विशेषता है। उनकी विविध श्रेणियाँ—पेट्रोलियम ईथर, रिफायन, नैफ्था तथा क्लोरो मिश्रित के नाम से उपलब्ध होती हैं तथा इनके विभिन्न व्यवहार होते हैं। पेट्रोलियम विश्लेषक नैफ्था के हाइड्रोकार्बन व ऐसे हाइड्रोकार्बन नैफ्था विधे धरे हैं जो रेडिय प्रकाश के सफ़ाई रेडीनों के लिए उत्तम विश्लेषक का काम करते हैं। कार्बन डाइ सल्फ़ाइड का आवि-ष्कार लैम्पाइन्स ने १७९६ ई० में किया और कार्बन के साथ और मासिक वा आम-वन करके उसे नैफ्था किया था। यह एक वाष्पशील, विषाक्त तथा ज्वलनशील (फ्लैमिगन) द्रव है जो जल में भारी होता है। सामान्यतया उपलब्ध कार्बन डाइ-सल्फ़ाइड की गन्ध अत्यन्त प्रकट होती है परन्तु शुद्ध यौगिक की गन्ध ईथर के

<sup>१</sup> Lacquers

<sup>२</sup> Fractional distillation

<sup>३</sup> Diluent



समान होती है तथा बहुत असुखकर नहीं होती। विशेष प्रकार की बनी विद्युद्मट्टियों में चारकोल और गंधक का सीधा संयोग न कराकर कार्बन डाइ सल्फाइड का निर्माण किया जाता है। इसके अनेक प्रयोग हैं—इसमें गंधक, निर्यास (गम), रबर, फास्फोरस, रेजीन, वाष्पशील तैल, आयोडीन तथा ऐल्कलायड विघटित हो जाते हैं। विस्कोज कृत्रिम रेशम के उत्पादन में इसका व्यापक प्रयोग इसके मुख्य उपयोगों में से है। तली में नै बसीय तेलों के निस्सारण के लिए भी इसका इस्तेमाल किया जाता है और बाद में आसवन से पृथक् करके आगे इस्तेमाल के लिए पुन प्राप्त कर लिया जाता है। इसमें गंधक का विलयन रबर के बल्कनीकरण के लिए प्रयुक्त होता है।

कीटोन वर्ग का सबसे अधिक महत्त्वपूर्ण विलायक एसिटोन है। कुछ वर्षों के पहले तक यह लकड़ी के भंजक आसवन के अन्तिम पदार्थों में से ही प्राप्त किया जाता था परन्तु अब इसके निर्माण की अन्य विधाएँ भी ज्ञात हो गयी हैं। लकड़ी के भंजक आसवन की उत्पत्तियों में से ऐसेटिक अम्ल भी एक है, और जब घूने के द्वारा इसे उदासीन करके प्राप्त कैल्सियम एसिटेट को छिछले रिटाटों में सीधे आग की आँच से गरम करके उसका आसवन किया जाता है तो अपरिष्कृत एसिटोन प्राप्त होता है। तत्पश्चात् छोड़े सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ प्रभाजन आसवन करने से शुद्ध एसिटोन तैयार होता है। लेकिन आजकल उपलब्ध एसिटोन की अधिकांश मात्रा एन-ब्यूटिल ऐल्कोहाल के साथ-साथ फर्नवैक-स्ट्रेञ्ज-बीजमैन विधा से मकई के आटे का किण्वन करके प्राप्त की जाती है। उत्तरी अमेरिका के प्रशान्त महासागर के समुद्र तट पर उत्पन्न होनेवाले एक प्रकार के समुद्र घास के किण्वन से भी एसिटोन बनाया जाता है। उप-युक्त जीवाणु के रोपण से ऐसेटिक अम्ल तथा उसके साथ उस सजातीय श्रेणी के अन्य अम्ल उत्पन्न होते हैं, इनके कैल्सियम लवण के आसवन से एसिटोट तैयार होता है। आजकल कनाडा में त्रियान्वित होनेवाली एक निर्माण विधा में ऐसेटिलीन तथा वाष्प का उच्च ताप पर उत्प्रेरक (कटेरिलिटिक) उपचार करके एसिटोन तैयार किया जाता है। एसिटोन सर्वाधिक क्षतिशाली विलायकों में से एक है, इसीलिए विस्फोटक निर्माण, रंगलेप, धानिस तथा प्लैस्टिक उद्योगों-जैसे अनेक रासायनिक कार्यों में इसका बड़ा व्यापक प्रयोग होता है।

मिथेनॉल ऐल्कोहाल वर्ग का एक महत्त्वपूर्ण विलायक है। कुछ समय पूर्व तक यह भी एसिटिक अम्ल के साथ-साथ बाष्प आसवन से ही तैयार किया जाता था, लेकिन अब यह वाटर-गैस से सल्फेण विधाओं द्वारा प्राप्त किया जाता है। एक भाग (आयतन) कार्बन मानो ऑक्साइड तथा डेड से दो भाग हाइड्रोजन को १५०-२०० वायु-मण्डल दबाव तथा ४००°-४२०° ताप पर गंधक ऑक्साइड के ऊपर पार कराने

से जो द्रव प्राप्त होता है उसमें मुख्यतः मिथिल ऐल्कोहॉल तथा जल होता है। उसी प्रकार वाटर-गैस और हाइड्रोजन से भी ५०० वायुमण्डल दबाव पर मिथिल ऐल्कोहॉल उत्पन्न होता है, जिसका सांद्रण प्रायः ८०% होता है। इसमें इथिल मेल्थोड, कोलोफोनी, लाख, मृदु बेकालाइट तथा अग्नी का तेल विद्यमान होता है। इधेनाल अर्थात् इथिल ऐल्कोहॉल भी किष्पन विद्या में ही बनाया जाता है तथा रासायनिक उद्योगों में प्रत्यक्ष बगैरह बनाने में प्रयुक्त होता है। लेकिन आजकल बहुत से प्राविधिक प्रयोजनों में इसका इस्तेमाल बन्द कर दिया गया है क्योंकि आइसोप्रोपिल ऐल्कोहॉल इसमें मस्त होता है और इसमें कम उपयोगी नहीं होता। एमिटोन और हाइड्रोजन गैस को उत्प्रेरक निकेल के ऊपर पार कराने से आइसोप्रोपिल ऐल्कोहॉल का मन्देपण होता है। किष्पन विद्या में एमिटोन के उत्पादन में एन-ब्युटिल ऐल्कोहॉल भी उत्पन्न होता है और यह बड़ी मात्राओं में इस्तेमाल किया जाता है। इसका विशेष गुण यह है कि इसमें कठोर कोयल (ममुद्यान) भी मरलता में घुल जाते हैं। इसकी थोड़ी मात्रा (लगभग ३%) डालने से निबिर्णयित स्फिरिट और पेट्रोलियम हाइड्रोकार्बन एकसम मिल जाते हैं। सेमिल ऐल्कोहॉल भी इस वर्ग का एक महत्वपूर्ण विषादक है, यह किष्पन विद्या अथवा अधु पेट्रोलियम के पेन्टेन प्रभाग में मन्देपण द्वारा तैयार किया जाता है। डाइएसिटोन ऐल्कोहॉल इस वर्ग का अन्तिम विलायक है जिसके प्रयोग की भविष्य में बड़ी व्यापक सम्भावनाएँ हैं, इसका निर्माण धारों की सहायता से एमिटोन के मघनन में किया जाता है। यह गंधहीन और रंगहीन द्रव है जो जल के साथ सर्वथा मेल्य है और मेल्थोड एसिटेट प्रलासों के लिए तो विशेष महत्त्व का है।

विलायकों के रूप में इस्तेमाल करने के लिए आजकल बहुत-से एस्टर भी औद्योगिक पैमाने पर उत्पन्न किये जाते हैं। इनमें मिथिल एमिटेट, इथिल एमिटेट, ऐमिल एमिटेट तथा इथिल नैक्टेट विशेष रूप में उल्लेखनीय हैं। ये उच्च क्षयनाक वाले अत्यन्त महत्वपूर्ण विलायक हैं, जिनकी मेल्थोड एमिटेट तथा मेल्थोड नाइट्रेट दोनों के लिए बड़ी उपयोगिता है।

ग्लाइकोल वर्ग का सबसे मुख्यवान् विलायक इथिलीन ग्लाइकोल मोनोइथिल ईथर है जिसे 'सिलेमान्' भी कहते हैं। इसके निर्माण के लिए पहले इथिलीन को आक्सीकृत करके इथिलीन आक्साइड बनाया जाता है और तब इसी को अन्तः कां

उपस्थिति में इथिल ऐल्कोहाल के साथ सघनित किया जाता है। यह सेलुलोज नाइट्रेट तथा साइक्लोहेक्सानोन-फार्मालिडहाइड रेजिन के लिए बड़ा उत्तम विलायक है। डाइइथिलीन ग्लाइकोल मोनोइथिल ईथर, जिसका अधिक सही नाम हाइड्रॉक्सी-इथाक्मी इथिल ईथर है और वाणिज्य में जिसे 'काविटॉल' कहते हैं, टेक्स्टाइल साबुन बनाने एवं रंगीन छपाई में काम आता है। विलायकों के रूप में इस्तेमाल किये जाने वाले सभी ग्लाइकोल का वर्णन यहाँ संभव नहीं है, आजकल ऐसे लगभग २० विलायक औद्योगिक पैमाने पर तैयार किये जाते हैं।

आगे वर्ग का मूल पदार्थ साइक्लोहेक्सेनॉल है, जो फिनॉल के उत्प्रेरक हाइड्रोजनन से तैयार किया जाता है। फिनॉल का उपचार उत्प्रेरक निकेल की उपस्थिति में कम से कम ४ वायुमण्डल दबाव पर हाइड्रोजन से  $160^{\circ}$ — $200^{\circ}$  ताप पर किया जाता है। यह शोधित विलायक तैलीय द्रव के समान होता है जिसमें कर्पूरीय गंध होती है। यह हाइड्रोजनन अंगर  $200^{\circ}$  ताप के बहुत ऊपर किया जाय तो साइक्लोहेक्सानोन बन जाता है, यह यौगिक तथा इसकी मिश्रित व्युत्पत्ति बड़े शक्तिशाली विलायक हैं, वर्तमान प्राविधिक क्रियाओं में इनका बड़ा महत्त्व है।

क्लोरिनित विलायक भी बहुत समय से इस्तेमाल किये जाते हैं और इनकी मुख्य उपयोगिता विभिन्न प्रकार की निस्सारण विधाओं में रही है। इथिलीन डाइक्लोराइड ट्राइक्लोराइथिलीन (वेस्ट्रांसोल), टेट्राक्लोराइथेन (वेस्ट्रांन), तथा टेट्राक्लोराइथिलीन व्यापकतः प्रयुक्त होते हैं। डाइक्लोराइथिलीन विशेषरूप से रबर के लिए प्रभावी विलायक माना जाता है। कार्बन टेट्राक्लोराइड बहुमूल्य विलायक होने के अतिरिक्त अग्नि बुझानेवाले पदार्थों के सघटक के रूप में भी इस्तेमाल होता है। कार्बन डाइसल्फाइड पर सल्फर अथवा आयोडीन की उपस्थिति में क्लोरीन या सल्फर क्लोराइड की क्रिया से कार्बन टेट्राक्लोराइड तैयार किया जाता है। क्लोरोफॉर्म का प्रयोग यद्यपि विदलेपन कार्यों में खूब होता है, लेकिन औद्योगिक विधाओं में उतना इस्तेमाल नहीं किया जाता जितना उपर्युक्त अन्य विलायक किये जाते हैं। परन्तु निश्चेतक के रूप में आज भी इसका मुख्य स्थान है।

प्लास्टिककर्ताओं (प्लैस्टिमाइजर्स) का एक अलग वर्ग है, जिनकी वाष्पशीलता कम होती है तथा जिनसे सेलुलोजएस्टरो के लचीलेपन में काफी वृद्धि होती है। प्लास्टिक कर्ताओं के उपयुक्त प्रयोग से सेलुलोज एस्टरो की झिल्लियों की भंगुरता कम की जा सकती है, जिससे फट जाने की उनकी स्वाभाविक प्रवृत्ति बदल जाती है। कपूर प्लास्टिककर्ताओं में अग्रणी है, यद्यपि सेलुलायड बनाने में तो वह अब भी कुछ हद तक इस्तेमाल किया जाता है, लेकिन अन्य क्रियाओं में उससे अधिक उपयुक्त दूसरे

पदार्थ उत्तरी स्थान लेते जा रहे हैं, ये अधिकांशतः उच्च क्वथनांकवाले एस्टर होते हैं। ट्राइफिनिल फास्फेट अर्थात् ट्राइडोफिल फास्फेट (टी० सी० पी०), ट्राइ-सेडीन तथा डारब्बुडाइन पेंजेट बड़े व्यापक प्रयोगवाले प्लास्टिकरक्त हैं। इस वर्ग का महत्व इस बात से स्पष्ट हो जाता है कि अब तक ६० में ऊपर प्लास्टिकरक्तों को का अनुसन्धान हुआ है और लगभग एक दर्जन का तो औद्योगिक पैमाने पर उत्पादन भी होने लगा है।

**प्रयोगशाला रसद्रव्य**—रासायनिक उत्पत्तियों के अन्तर्गत अब तक जिन पदार्थों का वर्णन किया गया है उनको मर्यादा माधारणतया प्रयोग में आनेवाले सभी रासायनिक यौगिकों की तुलना में बहुत ही कम है तथा उनमें प्रयोगशालाओं में काम आनेवाले अथवा आज के केवल वैज्ञानिक महत्त्ववाले रसद्रव्य शामिल नहीं हैं, एतदी तो अपनी ही संख्या काफी बड़ी है। यह नहीं कहा जा सकता कि आज के केवल वैज्ञानिक महत्त्ववाले रासायनिक यौगिकों की वज्र और विन हद तक व्यावहारिक उपयोगिता होगी, क्योंकि अनेक ऐसे तत्वों और यौगिकों की जो एक समय केवल वैज्ञानिक जिज्ञासा के विषय थे आज औद्योगिक महत्ता का अनुमान करना कठिन है। विरलेयन क्लो की यथार्थता इनकी महत्त्वपूर्ण है कि प्रतिरक्त रूप में प्रयुक्त होनेवाले शुद्ध रसद्रव्यों की यथेष्ट उपलब्धि तिनो भी प्रयोगशाला के लिए अनिवार्य है। प्रायः सभी जल-विषय विरलेयन-आकड़ों पर ही आधारित होने हैं और इन्हीं आकड़ों के द्वारा विभिन्न प्राविधिक किस्मों की जाँच एवं नियंत्रण किया जाता है। प्रतिरक्त की सिद्धता पर ही विविध रासायनिक अन्वेषणों की सुश्रुता निर्भर करती है।

१९१४-१८ वाले प्रथम महामुद्र काल में इंग्लैंड की औद्योगिक एवं अनुसन्धान प्रयोगशालाओं में विरलेयन प्रतिरक्तों तथा शुद्ध रसद्रव्यों की भारी कमी हो गयी थी। तभी में वहाँ मुख्य रसायन उद्योग का विस्तार किया गया फलस्वरूप द्वितीय युद्ध के आपात काल में ज़ानुहो और शम्बरभार के कारखानों की विरलेयन प्रति-रक्त तथा शुद्ध रसद्रव्य सञ्चयी भाँग की सतोषजनक पूर्ति की जा सकी। आजकल उस देश में प्रायः सभी मुख्य विरलेयन प्रतिरक्त कासी माग में उत्पन्न किये जा रहे हैं। इन प्रतिरक्त शुद्धतावाले रसद्रव्यों के धारकों के सेबुजों पर उनमें विद्यमान अशुद्धियों के प्रत्यामुद्र महत्तम अनुपात लिखे रहने हैं क्योंकि सर्वोत्तम

शुद्धतावाले रसद्रव्यों में भी बलि सूक्ष्म मात्रा में विजातीय पदार्थ तो उपस्थित रहने ही हैं।

दत्त वयं पूर्व साधारण प्रयोग में आनेवाले विश्लेषण प्रतिवर्मेक प्रायः अकार्बनिक पदार्थ हुआ करते थे, लेकिन आज तो अनेक कोमल परीक्षणों के लिए बहुत ने कार्बनिक रसद्रव्य प्रयुक्त होने लगे हैं। इसके फलस्वरूप भूषण रसद्रव्य निर्माताओं के कार्यक्षेत्र बहुत बढ़ते चले जा रहे हैं। अभी हाल से ही प्रचलित विश्लेषण की सूक्ष्म रासायनिक रीतियों के लिए तो अत्यन्त शुद्धतावाले प्रतिवर्मेकों की आवश्यकता होने लगी है। जीव रासायनिक अनुसन्धानों के लिए ऐसे विश्लेषणों का बड़ा महत्त्व है।

**निश्चेतक (एनेस्थेटिक)**—निश्चेतकों के आविष्कार द्वारा रसायन-विज्ञान से मानव जाति को बहुत बड़ा वरदान मिला है। पिछले कुछ वर्षों में निश्चेतन विज्ञान ने भी काफी प्रगति की है, नये-नये निश्चेतकों का प्रयोग होने लगा है तथा उनकी प्रयोग-विधि में भी परिवर्तन हुआ है। कुशल निश्चेतन से न केवल रोगी पीडा-मुक्त हो जाता है वरन् शल्यक को भी बड़ी सरलता होती है। इसमें सन्देह नहीं कि वर्तमान निश्चेतकों के प्रयोग के बिना बहुत-सी अटिल एवं जीवन-रक्षी शल्यचिकित्सा संभव न हो सकी होती। ऐसे यौगिकों को निम्नलिखित वर्गों में विभाजित किया जा सकता है—(१) स्वात-निश्चेतक, (२) आधारीय प्रमीलक (बेसल नारकोटिक), (३) प्रादेष्टिक निश्चेतक तथा (४) स्थानीय निश्चेतक।

निश्चेतनता उत्पन्न करने के लिए प्रयुक्त होनेवाले यौगिकों में क्लोरोफार्म का सबसे पहला स्थान है। १८४७ ई० में लन्दन में लारेन्स ने तथा एडिनबरो में मिम्पसन ने इसका प्रयोग किया था। ऐल्कोहॉल अथवा एसिटोन पर ब्लीचिंग पाउडर की विद्या कराकर क्लोरोफार्म बनाया जाता है, लेकिन निश्चेतनता के लिए इसका दोषन बड़ी सावधानी से करना पड़ता है। इसकी उष्ण विषालुता हानिकर होती है, इसीलिए आजकल इसके स्थान पर ईथर इस्तेमाल होने लगा है क्योंकि अपेक्षाकृत ईथर की विषालुता कम होती है। अब तो बहुधा नाइट्रस आक्साइड और ईथर का मिश्रण प्रयुक्त होने लगा है। अमोनियम नाइट्रेट से नाइट्रस आक्साइड के उत्पादन का उल्लेख किया जा चुका है। ईथर, ऐल्कोहॉल पर सल्फ्यूरिक अम्ल की प्रतिक्रिया में तैयार किया जाता है।

वर्तमान प्रथा में आधारीय प्रमीलकों (बेसल नारकोटिक) का पूर्वोपघटन (प्रीमेडिकेशन) करके चेतना का लोप किया जाने लगा है, फिर पूर्ण शल्यक निश्चेतनता स्वात-निश्चेतक देकर उत्पन्न की जाती है। इस वर्ग में मुख्यतः दो यौगिकों का उल्लेख

दिना या नकल है। (१) ट्रांसडोनेटॉमिड एल्कोहाल, जिसका प्रयोग वसिष्ठन द्वारा करना जाता है तथा (२) हेक्झेडाइडोले, जो अन्तर्गोनरा' नुई लगाकर दिया जाता है। डिग्री पौष्टिक बाबिडुटे वगैरे का मेथड है जिसमें बहुतसे नामवारी मनीह्य (हिमालीक) को शामिल है। "बैरोनल" अथवा "मिडिल" नाम से प्रसिद्ध बाबिडोले स्वयं इसी वर्ग का है। छोटी-छोटी अन्य जिनको के लिए जो प्रायः आवासी प्रयोग का प्रयोग ही प्रयोग होता है और इनमें इवान निवेनको से उत्पन्न होतेवाले जिन अन्तर्गोनरा (अन्तर इन्फेक्शन) से रोगी बच जाता है।

मानीर निवेनको में सबसे महत्वपूर्ण एक आरक रूप से प्रमुख होतेवाला मनीहट पौष्टिक प्रोक्से हाइड्रोक्लोराइड है जिसे "रोडोक्से" भी कहते हैं। मनीहट पदार्थों में यह सबसे सफ़ा नामाख्या है तथा इनमें कोवेन की भी प्रतिस्पर्धित जिन है। कोवेन यद्यपि बड़ा मुश्किल मानीर निवेनको है लेकिन इसके प्रयोग से बड़े विनाश लक्षण उत्पन्न हो जाते हैं। कोका की पत्तियों में कोवेन प्राकृतिक रूप से होता है तथा इसकी तुलानात्मक व्यवस्था का भी इसे ज्ञान प्राप्त कर लिया गया है लेकिन मनीहट में इसका बड़े पैमाने पर उत्पादन करने का काम प्रयत्न नहीं किया गया। इसका कारण यह है कि इसे एक ही एक बार ही पौष्टिक रूप से अधिक मनीहट निवेनको निष्ठ रूप है।

मेथड—आंशिक रूप से प्रमुख होतेवाले बहुतसे मेथड सम्मिलित रूप से उत्पन्न हुए हैं। उदाहरणार्थ मनीहट का उपयोग जिन या नकल है। १८०० ई० में मनीहट द्वारा तथा वेवेलाड ने इसका आविष्कार किया था। यह निवेनको प्रयोग के द्वारा की जाती है जो परचनवाते अन्य पौष्टिकों के साथ विद्यमान होता है। ईरॉक निवेनको का मूल प्रयोग है यद्यपि यह तो यह कारण थी लका तथा डब ईस्ट ईरॉक में बड़ी संख्या में उपलब्ध जाता है। वनस्पति रूप से प्राप्त दूसरा प्रमुख मेथड मिडिलीन है जो मिडिलीन ग्लोबोसिका (हृदिका) नामक वृक्ष के बीजों में निहित मिल जाता है। मेथड रूपों द्वारा बहुतसे मनीहट होतेवाले ऐंद्रोनीन जिनो हेनवेन (होमोनिमान्स सुटिकस) में प्राप्त होती है। यह तो एक ऐल्कोहाल है जिसे मनीर विवरण की प्रयोग में आने से पुष्पों बड़ी हो जाती है। ऐंद्रोनीन वेनो-बोना में, जिसे वेनो नाइडोस भी कहते हैं, इनमें सम्मिलित होमोनिमान्स तथा होमोनिमान्स ऐल्कोहाल होते हैं। पौष्टिकता हाइड्रोक्लोराइड के उपचार में होमोनिमान्स का परिचरित होकर ऐंद्रोनीन बन जाता है।

प्राकृतिक भेषजों के अलावा अब रसायनों का ध्यान अधिकाधिक मरिफ्त चिकित्सीय पदार्थों की ओर आकृष्ट होने लगा है। इनमें से बहुत-से यौगिक प्रकृति में होते ही नहीं, उदाहरणार्थ मैल्मिलिक अम्ल और उमकी एमिटाइल व्युत्पत्ति, ऐम्पिरीन का उल्लेख किया जा सकता है। ये पदार्थ फिनोल से बनाये जाते हैं और मन्विवातीय एवं स्नायविक रोगों के उपचारार्थ प्रयुक्त होते हैं। फिनेमिडीन तथा एमेटैनिग्राइट नामक ज्वरघ्न (ऐन्टीपायरेटिक) भी फिनोल से बनाये जाते हैं। फिनाजोन भी हमरा ज्वरघ्न है, लेकिन इसके बनाने की रीति भिन्न है, एमिटोएमेटिक एन्टर के साथ फिनाइल हाइड्राजोन के संघनन से पाइराजोनों व्युत्पत्ति तैयार होती है और इसी को मिथिलीयित करने से फिनाजोन बनता है। आयारीय प्रमीलकों के सन्ध में उल्लिखित बार्बिटुरेट श्रेणी के बहुत-से मरिफ्त भेषज भी बड़े उत्तम समोहक हैं और स्नायुव्याधियों के उपचार में सामान्य भूमक (मिटेटिव) का काम करते हैं। ये यौगिक मैलानिक अम्ल व्युत्पत्तियों के साथ यूरिया के संघनन से तैयार किये जाते हैं।

इस शताब्दी के प्रथम दशक में किये गये एअलिक के अनुसन्धानों ने घातवीय तत्त्वों के कार्बनिक यौगिकों का समारम्भ किया। ये यौगिक मुख्यतः आर्मेनिक और ऐन्टीमनी के ये और विनोपकर प्रोटोजीवी मक्रमणों के उपचार के लिए प्रयुक्त हुए। इन जटिल कार्बनिक यौगिकों का बड़ा लाभ यह है कि ये उपर्युक्त तत्त्वों के सरल यौगिकों से बहुत कम विषाक्त होते हैं, परन्तु इनकी चिकित्सीय सक्रियता बड़ी प्रखर होती है। आर्मेनिक यौगिकों में से मालवासन, नियोमालवसन, ट्राइपारमनाइड, तथा एमिटार्माल व्यापक रूप से प्रयुक्त होते हैं। स्टिबोफेन प्रायः ऐन्टीमनी का सर्वोत्तम कार्बनिक यौगिक है और ऐन्टीमोनियम ऑक्साइड, सोडियम हाइड्राक्साइड तथा पाइरोकैटेचॉल—३५ डाइमलफॉनिक अम्ल की प्रतिक्रिया से बनाया जाता है। इसका प्रयोग भारत तथा कुछ पूर्वी भूमध्यसागर के प्रदेशों में सामान्यतः फेले पण्डयिक रोगों के उपचार के लिए किया जाता है।

‘प्राण्टोमील रेड’ नामक एक रजक का आविष्कार पिछले कुछ वर्षों में हुआ। यह इस दिशा का सबसे महत्वपूर्ण विकास था। कुछ जीवाणुओं के लिए यह यौगिक निश्चित रूप से अवरोधक सिद्ध हुआ। कुछ ही समय बाद इससे संबन्धित हमरा यौगिक, प-अमिनोबेन्ज़ोइन सल्फोनामाइट बना जिसका चिकित्सीय गुण प्राण्टोमील के समान था, लेकिन लाभ यह था कि इसकी विषाक्तता उससे बहुत कम थी। एतदर्थ यह नया यौगिक निमोनिया, प्रमूतिज्वर, रोगाणुरक्षता (सेप्टीमीमिया), स्वारलेट ज्वर, तथा स्ट्रेप्टोकोक्कीय गन्धशय के उपचार के लिए बड़ा उपयोगी सिद्ध हुआ।

यह पदार्थ एसेटाइड सल्फोनिलिक अम्ल का हाइड्रोक्लोरिक अम्ल द्वारा जलाशन करके तथा प्राप्त सल्फेनिल अमाइड हाइड्रोक्लोराइड का सोडियम हाइड्राक्साइड की तुल्य मात्रा से विच्छेदन करके तैयार किया जाता है। इसे माधारणतया मल्फेनिल-निलजमाइड अथवा मल्फोनामाइड कहते हैं। इस वर्ग के यौगिकों के मबन्ध में अनुसन्धान चल रहे हैं और प-अमिनोवेञ्जीन-मल्फोनिल-२-अमिनो-पिरिडीन (एम० बी० ६९३') तथा प-अमिनोवेञ्जीन सल्फोनिल-२-अमिनो-थायाजोल (एम० बी० ७६०) जैसे यौगिक आविष्कृत हुए हैं और इनसे निमोनिया के उपचार में प्रशसनीय सफलता मिली है। इधर हाल में छावों पर सरफेनिलमाइड लगाने से उनके भरने में तथा अन्य जीवाणुओं के आक्रमण का निवारण करने में भी बड़ी अच्छी सफलता प्राप्त हुई है।

पौष्टिक भोजन की कमी से उत्पन्न रोगों के उपचार के लिए विटामिनो का प्रयोग बड़ा ही लाभकारी मिद्ध हुआ है और अब तो प्राकृतिक विटामिनो के अलावा रसायनज्ञों ने इन्हें अपनी प्रयोगशाला में भी तैयार करना प्रारम्भ कर दिया है। निकोटीन से निकोटिनिक अम्ल तथा उसका अमाइड और विटामिन बी जटिल का ऐण्टी-मेल-ग्राखण्ड सरलता से उत्पन्न किये जा सकते हैं। विटामिन सी अर्थात् एस्कार्बिक अम्ल भी अब मक्षेपण रीति द्वारा म्लकोज में भारी पैमाने पर तैयार किया जाने लगा है। विटामिन डी (कैल्सिफेरॉल) बनाने के लिए अर्गोस्टिरोल के विलयन को परानील-लोहिन (अल्ट्रावायलेट) प्रकाश द्वारा प्रविकिरण (इरैडियेशन) करके कैल्सिफेरॉल ३५-डाइनाइट्रोवेन्जोयेट के रूप में कैल्सिफेरॉल एकत्र किया जाता है और तब केला-मन से शुद्ध किया जाता है तथा अन्त में सोडियम हाइड्राक्साइड के तनिक आधिक्य के साथ उबालकर स्वतन्त्र कैल्सिफेरॉल पुनर्जनित कर लिया जाता है। विटामिन ए की रासायनिक सरचना भी अब ज्ञान हो गयी है। वैसे तो यह विटामिन औद्योगिक पैमाने पर मछली यकृत-तेल से आणवआसवन (मॉलिक्पूलर डिस्टिलेशन) द्वारा बड़ी शुद्धावस्था में उत्पन्न किया जाता है। विटामिन ई (टोकोफेरॉल) भी इसी रीति से बनस्पति तेल से तैयार किया जाता है। यह विटामिन स्नायविक ह्रास से उत्पन्न माम-पेशियों के कुछ कठिन रोगों के लिए सफलता पूर्वक प्रयुक्त होता है।

पिछले बीस वर्षों में हुए जीवरसायनिक अनुसन्धानों से वर्तमान हॉर्मोन चिकित्सा का प्रारम्भ हुआ है। ग्रन्थियों की हीनता के कारण उत्पन्न रोगों के उपचारार्थ अब शरीर के अनिवार्य रसद्रव्यों की पूर्ति बाहर से की जाने लगी है। ये रसद्रव्य हॉर्मोन वर्ग के होते हैं। इन्मुलीन सबसे महत्वपूर्ण हॉर्मोन है, यह पैक्रियास से निस्सारित करके लगभग पिछले बीस वर्षों से औद्योगिक पैमाने पर तैयार किया जाता रहा है।



इस हार्मोन से मधुमेह पीडित असस्य रोगियो को जीवन-दान मिला है। गल-ग्रन्थि (थायरॉयड) के सक्रियतत्त्व, थायरॉक्सीन का वाणिज्यिक उत्पादन अब सश्लेषण रीति से होने लगा है। रासायनिक अनुसन्धान के औद्योगिक प्रयोग का यह एक उत्तम उदाहरण है। इस क्षेत्र में प्राप्त की गयी हाल की सफलताओं में स्टिलबोस्टिरोल तथा हेक्ड्रोस्टिरोल का सश्लेषण भी है। प्राकृतिक अण्डाशयो के महंगे फालिवयूलर हार्मोनो यानी ओस्ट्रियोल तथा ओस्ट्राडायल के स्थान पर अब ये सश्लिष्ट हार्मोन बड़ी मफलतापूर्वक इस्तेमाल किये जाते हैं। बहुत-सी दशाओं में तो सश्लिष्ट हार्मोन अच्छे माने जाते हैं क्योंकि उनका मौखिक सेवन प्रभावी होता है जिसके फलस्वरूप सूई लगवाने का कष्ट बच जाता है। अन्तिम उदाहरण के लिए टेस्टेरोस्टिरोन व प्रोजेस्टिरोन नामक लिंग हॉर्मोनो के सश्लेषण का उल्लेख किया जा सकता है। इनके सश्लेषण के लिए कोलेस्टिरोल प्रारम्भिक पदार्थ है। प्रोजेस्टिरोन कार्पसट्युटियम का हार्मोन है और स्वाभाविक गर्भस्राव तथा सबन्धित स्त्री-रोगो के उपचारार्थ प्रयुक्त होता है। टेस्टेरोस्टिरोन पुरुष लिंग हार्मोन है।

उपर्युक्त उदाहरण पाठको को केवल यह दर्शाने के लिए चुने गये हैं कि बहुमूल्यक औद्योगिक शाखाओं, प्रशाखाओं में रसद्रव्यो का क्या महत्त्व है, पूर्ण विवरण तो स्थानाभाव के कारण सम्भव ही नहीं है।

### ग्रंथ-सूची

- ARMSTRONG, E. F. *Chemistry in the Twentieth Century*. Ernest Benn, Ltd
- BARROWCLIFF, M., AND CARR, F. H. *Organic Medicinal Chemicals*. Bailliere, Tindall & Cox
- FEIOL, F. *Qualitative Analysis by Spot Tests*. Translated by J. Matthews. Nordeman Publishing Co.
- MARTIN, G. *Industrial and Manufacturing Chemistry* Technical Press, Ltd.
- MAY, F., AND DYSON, G. M. *Chemistry of Synthetic Drugs*. Longmans, Green & Co., Ltd
- MELLOR, J. W. *Modern Inorganic Chemistry*. Longmans, Green & Co., Ltd.
- MIALL, S. *History of the British Chemical Industry*. Ernest Benn, Ltd.
- ROSIN, J. *Reagent Chemical and Standards*. D. Van Nostrand Co.
- VANINO, L. *Preparative Chemie*. Ferdinand Enke, Stuttgart.



## कृत्रिम एलिजरीन का उत्पादन

वर्ष	जर्मनी	इंग्लैण्ड
१८७०	कुछ नहीं	४० टन
१८७३	९०० टन (लगभग)	४३० टन (लगभग)
१९१२	१६०० (लगभग)	४०० टन (लगभग)

(टिप्पणी—एलिजरीन एक रासायनिक पदार्थ है जो मैडर में विद्यमान रजक है और उससे निस्सारित किया जा सकता है। दक्खिनी फ्रान्स में मैडर की जड़ों को 'एलिजरी' कहते हैं और उसी से इस रासायनिक पदार्थ का नाम भी 'एलिजरीन' पड़ गया। यह नाम उसकी रासायनिक संरचना ज्ञात होने के पूर्व ही प्रचलित हुआ था क्योंकि उस समय उसका नियमित रासायनिक नामकरण नहीं हो सकता था। यह रासायनिकतः १.२-डाइहाइड्रॉक्सी ऐन्थाक्वीनोन है।)

प्राकृतिक नील की भी वही दशा हुई जो मैडर की; यह भी निम्नलिखित सारणी से स्पष्ट है। यह उल्लेखनीय है कि प्राकृतिक नील समान गुणवाला नहीं होता तथा उसका प्रयोग भी कष्टदायी होता है।

## भारत में नील की खेती

वर्ष	एकड़
१८९३-९८ (औसत)	१,४०६,०००
१९०२	४८७,०००
१९१३	१११,८००
१९१७	७५६,०००
१९२९	७०,८०८
१९३८	५४,९७७ (जिससे २९० टन नील प्राप्त हुआ था)

## कृत्रिम नील का जर्मनी से निर्यात

वर्ष	टन (लगभग)
१८९८ (प्रथम वर्ष)	९२०
१९०१	२,६७०
१९१२	१९,४००

मंडर और नील उद्योगों को रसायनविज्ञान की देन या अभिशाप कहिए, यही है कि उमने उनको सर्वथा समाप्त कर दिया है। इस समाप्ति से प्रागैतिहासिक काल से चली आ रही ब्रिटेन में वोड की उपज भी समाप्त हो गयी। यूरोप में नील रंगाई में वोड इस्तेमाल किया जाता था, लेकिन अब तो लिक्वनायोर की वोड मिलें जनता के लिए केवल कौतुकालय मात्र रह गयी हैं।

इन प्रकार प्राकृतिक रंजकों की कहानी समाप्त कर हमें कृत्रिम रंजकों की ओर ध्यान देना चाहिए। इसमें हमें ज्ञान होगा कि कृत्रिम एन्ड्रोन और नील ने अपने प्राकृतिक मूल रूपों को कैसे प्रस्थापित किया।

१९१३ ई० में जर्मन प्राधान्य अपने शिखर पर था अब तुलनात्मक अध्ययन के लिए उनी वर्ष को लेना अच्छा होगा।

### कृत्रिम रंजकों का उत्पादन

	१९१३	१९२७
	टन	टन
जर्मनी	१२५,०००	७५,०००
स्विट्जरलैंड	८,०००	८,५००
म० रा० अमे०	३,३००	४२,७५०
इंग्लैंड	२,०००	१७,८००
फ्रान्स	१,५००	१२,५००

(टिप्पणी—ऊपर लिखी मात्राओं के अतिरिक्त भी, विशेषकर अमेरिका में, कुछ रंजक पदार्थ आयातित अन्तःस्थों से भी बनाये गये थे।)

निर्यात व्यापार में भी जर्मनी का बाहुल्य रहा। यूरोप और अमेरिका के बाहर चीन, भारत और नेदरलैंड्स, ईस्ट इंडीज में सदिलष्ट रंजकों की मुख्य खपत रही और अब भी है।

केवल युनाइटेड किंगडम के ही आँकड़ों को देखने में १९१४-१८ के महानुद्घ में पड़े अन्तर का आभास हो जायगा। ये आँकड़े निम्नलिखित भाषणों में दिये गये हैं।

	आयात	घरेलू निर्माण	
रंजक पदार्थ	१९१३	१९१३	१९२५
	टन (लगभग)	टन	टन
अनाश्रित कपास रंजक	३,५००	७५०	४,६८५
सल्फाइड रंजक	२,०००	८६१	३,६७३

अम्ल ऊन रजक	२,६००	२८२	५,०८९
त्रोम तथा स्थापक रजक	३,५००	}	१,९२७
एलिजरीन रजक	१,२००		
पैडिक रजक	८००	१३९	१,५७८
कुण्ड रजक	१९०	}	कुछ नहीं
सडिलिष्ट नील रजक	२,०००		
लासक रजक	५००	३	८६९
तेल, स्पिरिट और मोम	२०	१०७	१,८३७

कपड़ों की मिल्नों की रंगाई के लिए प्रयुक्त होनेवाले रजकों का मूल्य उत्पादित रंगे वस्त्रों के कुल मूल्य का लगभग दसवां भाग होता है। समग्र भर में रजकों की वार्षिक उत्पत्ति प्रायः २० लाख पौण्ड होने से वस्त्रों का वार्षिक व्यापार लगभग २० करोड़ पौण्ड का होता है। इन अंकों में वार्षिक मूल्य के अनुसार रजक उद्योग के महत्व का अनुमान लगाया जा सकता है, क्योंकि वार्षिक मूल्य में ही लोगों की रूचि और घोमाचार (फैशन) की प्रवृत्ति सामान्य होती है। युद्धकाल में भी वस्त्रों एवं छद्मवस्त्र बनाने के लिए रजकों का कम महत्व नहीं होता।

रजकों का उद्योग अन्य उद्योगों में काफी जटिल होता है। इस उद्योग में लगे अन्य कर्मचारियों के अनुपात में वैज्ञानिक प्रशिक्षित रसायनज्ञों और इंजीनियरों की भारी मर्यादा से ही यह तथ्य स्पष्ट होता है। केवल रसायनज्ञों का ही अनुपात ११० का होता है, इसका अर्थ यह है कि जिस कारखाने में ५,००० वैज्ञानिक कर्मचारी हैं उनमें से ५०० केवल रसायनज्ञ होते हैं। इन रसायनज्ञों को दो श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है (१) पूर्ण-कालिक अन्वेषक और (२) अन्य।

इस जटिलता तथा उसके फलस्वरूप वैज्ञानिक प्रशिक्षित श्रष्ट कर्मचारियों के भारी अनुपात का कारण समझने के लिए ऊपर दी गयीं अन्तिम मारणी में लिखित रजक वर्गों की ओर ध्यान देना होगा। अनाश्रित कपास (डाइरेक्ट कॉटन) रजकों में कपास की रंगाई बड़ी सरलता से होती है और यह विधा तो प्रायः सभी घरों में प्रयुक्त होने के नाते सबको ज्ञात होती है। सल्फाइड अथवा सल्फर रजकों में जलीय घोल में, जिसमें सोडियम सल्फाइड होता है, रंगाई होती है। अम्ल-ऊन रजक का अर्थ तो स्वयं स्पष्ट है; इसमें ऊन की रंगाई अम्लवाहित (एमिडोलेटेड) जलीय घोल में की जाती है। त्रोम तथा स्थापक (मॉडिफ़ाईंग) रजक द्वारा एक स्थापक सहित रंगाई होती है, यह स्थापक बहुधा त्रोमियम धातु का कोई यौगिक होता है। प्रथम

पैठिक रंजक 'पर्किन्स मॉव' प्रथम सदिलिष्ट रंजक भी था। नील (इण्डिगो) तथा पुराने समय का बैंगनी (पर्पल) कुण्ड रजक (बैट डार्क) कहे जाते हैं, क्योंकि इस वर्ग के रजको द्वारा रगाई उमी प्रकार होती है जैसे इण्डिगो में, यानी एक कुण्ड में भरे शीत अथवा शीतोष्ण विलयन द्वारा उपचार के बाद हवा में फैलाना जिससे रंग उत्पन्न होकर निखर जाय।

रजकों के प्रयोग की रीतियों में इतनी विभिन्नता है कि कोई एक सहज योजना बनाना संभव नहीं, केवल इतना ही कहना पर्याप्त है कि उपर्युक्त वर्ग-नामों से विभिन्न रजकों के रासायनिक गुणों का भान होता है तथा रंगनेवालों के योगों (रिमाइप) के लिए वे लैबुल का काम करते हैं। अनाश्रित रजक सूती वस्त्रों के अलावा सेलुलोज एमिटेड तथा फाइबर-तन्तुओं से बने रेशम को छोड़कर सभी प्रकार के कृत्रिम रेशम के लिए प्रयुक्त होते हैं। मल्फाइड रजक मुख्यतः सूती वस्त्रों के लिए इस्तेमाल किये जाते हैं। अम्ल ऊन, रजक ऊन, प्राकृतिक रेशम तथा अन्य प्राणि तन्तुओं और जूट के लिए प्रयोग किये जाते हैं। लेकिन स्थापक (मार्डेंट) रजकों के विविध प्रयोग होने हैं, विशेषकर जब किमी निश्चित स्थिरतावाले रंग की आवश्यकता होती है। पैठिक रजकों का प्रयोग सूती वस्त्रों, कृत्रिम रेशम, और कुछ हद तक ऊन और प्राकृतिक रेशम के लिए होता है। इनकी आभा बड़ी चमकदार होती है, लेकिन प्रकाश में इनकी स्थिरता अधिक नहीं होती। कुण्ड रजक (बैट डार्कस्टफ) अधिकांशतः सूती कपड़ों के लिए इस्तेमाल किये जाते हैं।

वस्त्र छपाई के लिए आजकल रंगों के अनेकानेक योग उपलब्ध हैं और सभी वर्गों के रजक वस्त्रों की छपाई के काम में आने लगे हैं। लेकिन मौन्दयमय छपाई के लिए विनोप सावधानी और विचल्प की आवश्यकता होती है, जिसमें कि अगर रंग धूमिल भी पड़े तो ममान रूप में पड़े।

आजकल उपर्युक्त वर्गों के अतिरिक्त ऐसे पदार्थ भी हैं जो प्रथमतः रंगहीन होते हैं और जिनमें रंगते समय ही तन्तुओं के ऊपर अथवा उनके अन्दर रासायनिक प्रतिक्रियाओं द्वारा रजक उत्पन्न होते हैं। इस प्रकार उत्पन्न रजक प्रायः जल अविलेय होते हैं। इसलिए ऐसे रंग बड़े स्थिर होते हैं और धुलने पर साफ नहीं होते।

गत लगभग बीस वर्षों के अन्दर विविध प्रकार के रेशम अर्थात् कृत्रिम रेशम के लिए विदिष्ट रजकों का भी विकास हुआ है जिनका उल्लेख करना आवश्यक है।

रजकों द्वारा उत्पन्न रंग और उनकी रासायनिक संरचना में कोई निश्चित संबंध नहीं होता, जिसका अर्थ यह है कि एक ही वर्ग-नाम, जैसे 'अनाश्रित कपास रजक'

के अन्तर्गत रासायनिकतः सर्वथा भिन्न अनेक रंजक हैं, जिनसे रगने पर स्पष्ट और अलग-अलग रंग उत्पन्न होते हैं। और सचमुच आजकल प्रयुक्त होनेवाले १०० से कहीं अधिक ऐसे रस-द्रव्य हैं, जो 'अनाश्रित कपास रंजक' कहे जाते हैं। और उनसे वर्ण-क्रम के सभी रंग—लाल, नारंगी, पीला, हरा, नीला तथा नीललोहित तथा इनके अतिरिक्त भूरा और काला रंग प्राप्त किया जा सकता है। यही बात अन्य वर्णों के रंजकों के संबन्ध में भी सही है।

रंजकों के अलावा कपास, लिनेन, सन, जूट—जैसे प्राकृतिक पादप-तन्तुओं एवं ऊन, बकरी के बाल, फर, ऊँट के बाल, तथा रेसम इत्यादि—जैसे प्राणि तन्तुओं और विस्कोज रेयान, एसिटेट रेयान तथा अभी हाल में आविष्कृत नाइलॉन सरीखे कृत्रिम तन्तुओं का भी ध्यान रखना आवश्यक है। ये सभी न केवल देखने छूने में भिन्न होते हैं वरन् रंजकों के प्रति भी इनके व्यवहार बहुत भिन्न होते हैं। सुन्दर और रंग-विरगी बुनाई तथा उसकी सभावनाओं का ध्यान रखना भी आवश्यक है, स्त्रियों के लिए ऊनी वस्त्रों पर रेसमी धारियों का प्रभाव उत्पन्न करना, विस्तृत वेल-बूटे के काम, अर्ध ऊनी फ्लैनेल, मोड़े और अण्डरवियर के लिए सूत और रेसम की मिश्रित बुनाई, मखमल, दरियों और कालीनों और कम्बलों के लिए रंग तैयार करना—यह सब अलग-अलग समस्याएँ हैं। कभी मूल तन्तुओं को ही रंगा जाता है तो कभी बते सूत को, या निम्नतम वस्त्र को रंगा या छपा जाता है।

१९१४-१८ वाले महायुद्ध के पहले केवल अर्ध ऊन ही मिश्रित वस्त्र था, लेकिन अब तो अनेक प्रकार के मिश्रित वस्त्र मिलते हैं, उदाहरणार्थ एसिटेट रेसम की मिश्रित बुनाई को लीजिए इसके रगने के गुण तथा रंग की स्थिरता उसकी अपनी ही विचित्रता होती है। फलस्वरूप इसके लिए विशिष्ट रंजकों की आवश्यकता होती है। विभिन्न आभाओंवाले ऐसे रंजकों को, जिनकी रंगाई तथा स्थिरता के गुण मया-समय एकसम होते हैं, 'रेड्ज' कहा जाता है।

रगनेवालों तथा वस्त्र छपाई करनेवालों से रंजक-निर्माताओं के पास उनकी विशिष्ट समस्याएँ निरन्तर आया करती हैं। बहुत-से प्रश्न तो प्रायः उनकी दैनिक कठिनाइयों के बारे में होते हैं, लेकिन कुछ बड़े व्यापक और आधारभूत होते हैं। साथ-साथ रंजक-निर्माता भी अपने उत्पादनों के संबन्ध में अन्वेषण करने में सदा लगे रहते हैं कि वे किन-किन प्रकारों से प्रयुक्त हो सकते हैं अथवा उनकी व्यावहारिक विपमताएँ कैसे सुलझाई जा सकती हैं।

जनता के फँसान सदा बदलते रहते हैं तथा उन समुदाय के सौन्दर्य के प्रतिमान एवं आर्थिक व्यवस्था में बराबर उतार चढ़ाव होते रहते हैं, जिनके फलस्वरूप शोभा-

चार के वस्त्रों के विकास में भी निरन्तर परिवर्तन होते रहते हैं जिसके लिए वैज्ञानिकों की अन्वेषण-प्रतिभा सतत सक्रिय बनी रहती है। जो समस्या रंगनेवालों से स्वयं अथवा रंजक-निर्माता के रगार्ड विशेषज्ञ की सहायता से नहीं सुलझ पाती, उसे रंजक रसायनज्ञ के समक्ष उपस्थित किया जाता है और यदि सम्भव हुआ तो वह कोई नया रंजक पदार्थ उत्पन्न करता है जो रंगनेवालों की समस्या का समुचित समाधान कर सके। इस प्रकार किसी कारखाने के 'रिज्ज' को विस्तृत करने का सतत प्रयत्न होता रहता है और स्पर्धी उत्पादकों से आगे बढ़े रहने की सदा चेष्टा रहती है। इससे यह न भ्रमझना चाहिए कि विभिन्न निर्माताओं द्वारा निर्मित रंजक भिन्न-भिन्न होते हैं बल्कि वस्तुस्थिति यह है कि साधारणतया बाजार में विकनेवाले रंजकों में से अधिकांश एक होते हैं—चाहे वे अलग-अलग निर्माताओं द्वारा निष्पन्न क्यों न हों, हैं उनके व्यापारिक नाम अवश्य अलग अलग होते हैं।

'रंजक-पदार्थ' (डाई स्टप्स) की मजा कुछ भ्रामक है क्योंकि ऐसे पदार्थ न केवल वस्त्र, कागज, चमड़ा, खाद्य पदार्थ अथवा पेय पदार्थों को रंगने के काम आते हैं बल्कि अनेक वर्षों से वे उपर्युक्त रगार्ड को छोड़कर बहुत-से अन्य प्रयोजनों के लिए भी प्रयुक्त होने रहे हैं, और ऐसे प्रयोग दिन-दिन बढ़ते जाते हैं। उदाहरण के लिए रंगलेप (पेन्ट) समारजन (डिस्टेंपर), रंगीन पेन्सिल, गिला-मुद्रण (लियोग्राफी), कागज पर रंगीन छपाई, टिन पट्टों की छपाई, टाइप राइटर के फीते, दीवालों पर चपकाये जानेवाले कागज, चमड़े की कोटिंग, जूतों के पालिश, लिनोलियम, मुहर लगाने की मोम इत्यादि वा उल्लेख किया जा सकता है, जिनके निर्माण में तथाकथित रंजकों की आवश्यकता होती है। इन प्रयोजनों में काम आनेवाले रंजकों को 'तेल, स्पिरिट और मोमी रंग' तथा 'लाक्षक' रंग भी कहते हैं, इनका उल्लेख पृष्ठ १४८ पर दी गयी सारणी में किया गया है। उस सारणी से विदित है कि १९१३ ई० तक इन पदार्थों का अनुपात कुछ विशेष अधिक न था, लेकिन पिछले बीस वर्षों से इनका बड़ी द्रुत गति से विस्तार हुआ है। इन सबको देखते हुए इन उद्योगों को 'कृत्रिम कार्बनिक रंग पदार्थों का उद्योग' कहना अधिक उपयुक्त होगा। लेकिन यह नाम भी उसका पूरा आशय व्यक्त नहीं कर सकता क्योंकि इस उद्योग द्वारा उत्पन्न पदार्थ न केवल अन्य वस्तुओं की द्रष्टव्य शोभा को ही बढ़ाते हैं वरन् वे अन्य ध्वियों की पूर्ति भी करते हैं। उदाहरणार्थ कुछ रंजकों में जीवाणुनाशन गुण भी होते हैं, अतः वे कीटाणुनाश के रूप में इस्तेमाल किये जाते हैं। बहुत से अन्तःस्थ यौगिक रंजक पदार्थ बनाने के लिए नहीं बल्कि सश्लिष्ट औप-धीय पदार्थ तैयार करने के लिए बनाये जाते हैं। अन्य अन्तःस्थ रंजक संयोजन में भण्टक का कार्य करते हैं और इस प्रकार एक प्रायः पृथक् उद्योग



और इस प्रकार कुछ प्रकाशित अर्थात् लिखित ज्ञान में और कुछ अपने अनुभव में एक रंजक रसायनज्ञ यह बना सकता है कि अगर अमुक प्रकार का यौगिक तैयार किया जाय तो उसका कंसा रंग होगा, तथा ऊन, रेगम अथवा सूती वस्त्रों को रंगाई में प्रयोग किया जा सकेगा, या उसका रंग पक्का होगा अथवा नहीं, इत्यादि। यह रंगाई-विशेषज्ञ का काम है कि वह नूतन यौगिक की पूर्वगामी यौगिक में तुलना करके सर्वोत्तम पदार्थ का चयन करे जिससे रंगनेवालों का और अन्ततोगत्वा उपभोक्ताओं का लाभ हो। परन्तु उसके साथ-साथ निर्माण के आर्थिक पक्ष को भी दृष्टिगत रखना होगा और यह भली भाँति समझ लेना होगा कि अनुसन्धानों के नये फल कब और कैसे परिपक्व होंगे और उनसे किस प्रकार लाभ उठाया जा सकेगा।

अनुमान है कि १९१४ ई० में व्यापारक्षेत्र में रासायनिक दृष्टि से भिन्न कम से कम १००० रंजक यौगिक प्रचलित थे और इस एक महसू में निर्माताओं द्वारा तैयार किये गये मिश्रित रंजक अबवा भौतिक रूप में भिन्न श्रेणियाँ शामिल नहीं हैं। इन १००० मफल यौगिकों के पीछे लगभग ५०,००० यौगिक प्रयोगशालाओं में तैयार किये गये थे। सम्भवतः नये-नये आविष्कृत यौगिकों एवं सफलतापूर्वक बाजार में चलनेवाले यौगिकों का अनुपात भी वही हो, किन्तु अधिक सम्भव है कि यह अनुपात अब कम हो गया हो अर्थात् अनुसन्धानों के फलस्वरूप प्रयोगशाला में तैयार किये गये यौगिकों की मस्या और सफलतापूर्वक बाजार में चल निकलनेवाले रंजकों की मस्या का अनुपात आजकल प्रायः १०० : १ है जबकि पहले ५० : १ था।

इन प्रगतियों के समझने के लिए तथा रसायन-विज्ञान और रंजक उद्योग का पारस्परिक सवन्ध जानने के लिए यह आवश्यक है कि इस विषय का थोड़ा ऐतिहासिक पर्यालोचन किया जाय।

जैसा कि ऊपर बताया जा चुका है, कृत्रिम कार्बनिक रंजकों का प्रारम्भ आज से दो पीढ़ी पूर्व हुआ था। एक उद्योग के रूप में इसका जन्म इंग्लैण्ड और फ्रान्स में लगभग एक ही समय हुआ। लेकिन इसके पोषण का भार प्रायः 'रायल कॉलेज ऑफ़ केमिस्ट्री' पर पड़ा, जो उसके कुछ ही समय पूर्व स्थापित हुआ था। प्रिंस कॉन्सर्टे अलवर्ट की इच्छा से हॉफमैन इस कॉलेज में प्रोफेसर नियुक्त हुए। हॉफमैन प्रोफेसर लीबिग के शिष्य थे, जो कृषि रसायन एवं मांस निस्सार सवन्धी अपने कार्यों की वजह से डर्मैण्ड में काफी ख्याति प्राप्त कर चुके थे। हॉफमैन कोलतार आसवन की उन उत्पत्तियों का अन्वेषण करने में दत्तचित्त हो गये, जिन्हें बढ़ते हुए कोलतार उद्योग की अवाहनीय उपजात माना जाता था। हॉफमैन के एक शिष्य मैन्मफील्ड ने १८५० में औद्योगिक पैमाने पर कोलतार का आमवन प्रारम्भ किया था। हॉफमैन ने अपने

वैज्ञानिक अनुसन्धानों के फलों को शीघ्र ही वैज्ञानिक पत्रिकाओं में प्रकाशित कराया। फ्रान्स और जर्मनी में तो पुरानी प्रतिष्ठित पत्रिकाएँ प्रकाशित होती थी, किन्तु 'केमिकल सोसायटी ऑफ इंग्लैंड' ने अपना पत्र १८४१ ई० से प्रकाशित करना प्रारम्भ किया।

हॉफमैन के एक दूसरे शिष्य पकिन ने, जो उस समय केवल १८ वर्ष के थे, कृत्रिम अम्लीय बनाने की बात सोची। अलिल-टोलुइडीन से यह सश्लेषण करने का उपाय विचार था, क्योंकि अलिल टोलुइडीन में कार्बन, हाइड्रोजन और नाइट्रोजन उपयुक्त अनुपात में मौजूद थे, केवल उसमें ऑक्सीजन की आवश्यकता थी। लेकिन अलिल टोलुइडीन के आक्सीकरण से उन्हें एक रंगीन मिश्रण प्राप्त हुआ। फिर उन्होंने अपरिष्कृत ऐनिलीन के आक्सीकरण का प्रयत्न किया, उससे एक बैंगनी रंग का पदार्थ मिला, जिसमें से उन्होंने अपना 'मॉव' पृथक् किया, जिसे आगे चलकर 'पकिन्स मॉव' की सजा मिली। उनके पिता की आर्थिक सहायता से एक छोटा सा कारखाना बनाया गया तथा इस नये रंजक पदार्थ को बड़ी चमत्कारिक सफलता मिली क्योंकि उसकी चमक सर्वोत्तम थी और उसकी आभा उस समय बड़ी लोकप्रिय हुई।

ऐनिलीन सबन्धी प्रकाशित लेखों के आधार पर तथा भावी कार्यों के बारे में पकिन के सुझावों को लेकर अन्य वैज्ञानिकों ने ऐनिलीन पर दूसरे प्रतिकर्मकों की प्रतिक्रियाओं का अध्ययन किया। इसके फलस्वरूप 'मैजेन्टा' प्राप्त हुआ। इसका प्रथम निर्माण फ्रान्स (बरग्विन, १८५९) में हुआ और इसके निर्माण काल की स्मृतिस्वरूप उसे 'मैजेन्टा १८५९' की सजा दी गयी। १८७४ ई० तक तो यह वाणिज्यिक रूप में सबसे महत्वपूर्ण बन गया। लेकिन आगे चलकर मॉव और मैजेन्टा केवल आदिरूप (प्रोटोटाइप) मात्र रह गये और अधिकांशतः आनुभविक आधार पर किये गये मिश्रण तथा पाचन विधाओं से नीले और हरे रंजक पदार्थ तैयार किये गये। इसमें सदेह नहीं कि इनकी पृष्ठभूमि में तत्कालीन रासायनिक सिद्धान्त थे। इस प्रकार मनुष्य ने 'ऐनिलीन रंजकों' को जानना और इस्तेमाल करना सीखा और बोलतार से प्राप्त रंजकों के लिए सामान्यतः यही नाम अनेक वर्षों तक प्रचलित रहा।

इसी बीच में हॉफमैन के एक सहयोगी ने ऐमे यौगिकों का समारम्भ किया जो रासायनिक रूप से भिन्न थे और शीघ्र ही कृत्रिम रंजकों के सबसे बड़े वर्ग बन गये। जे० पी० ग्रीस ने डाइअजो यौगिकों का आविष्कार किया तथा तत्सम्बन्धी अन्वेषण भी किये। ग्रीस एक जर्मन लोहार के पुत्र थे और आगे चल कर एफ० आर० एम० हुए और १८५८ में लन्दन के 'रायल कालेज ऑफ केमिस्ट्री' में अध्यापक नियुक्त हुए थे। वे (रायल) 'इंस्टिट्यूट ऑफ केमिस्ट्री' के भी बहुत पहले से ही सदस्य

रहे। १८६० ई० में श्रीम बर्टन-ऑन-ट्रेण्ट न्यून ऐलसन की रसायनज्ञ नियुक्त हुए और अपने अन्तकाल तक वहीं रहे। उनकी मृत्यु १८८८ ई० में हुई। रासायनिक अनुसन्धानों में अपनी विशिष्ट रचि के कारण उन्होंने डाइअजो यौगिकों का अध्ययन बराबर जारी रखा और यह देखा कि ये यौगिक अन्य कार्बनिक यौगिकों के साथ जुड़कर प्रचण्ड रंगवाने ऐसे यौगिक उत्पन्न करते हैं जो रंगों के लिए बड़े ही उत्तम मिश्र हुए। उनके लेख वैज्ञानिक पत्र-पत्रिकाओं में प्रकाशित होने से, तथा उन्होंने अपने कुछ आविष्कारों का पेटेण्ट भी कराया था। कारो उन्हीं के मित्र थे, जो मैनेचेस्टर से लौटकर जर्मनी जाने और लड्विगशाफेन स्थित "बैडिगे" नामक एक बड़ी फर्म के डाइरेक्टर नियुक्त हुए थे। श्रीम का अभिमुखीकरण (एडाप्टेड) देग, हर्नैन्ड ऐजो रंजक पदार्थों का अनुसन्धान तो अवश्य था, परन्तु प्राविधिक वस्तुओं के रूप में उनका पूर्ण विकास और उत्थान वहाँ नहीं हुआ। योगन (कॉपिंग) प्रतिक्रिया का प्रथम औद्योगिक उपयोग १८७५ ई० में किया गया और जब १८८४ ई० में श्रीम और माय-माथ बोडिंगर ने ऐसे रंजकों का विवरण प्रकाशित किया जिनमें मूती वस्त्रों की रंगाई बिना किसी स्थायक की महानता के की जा सकती थी तब उसे बड़ी प्रचण्ड प्रेरणा प्राप्त हुई। 'कांगोरेड' बर्लिन में बनकर बाजारों में बिकने लगा और उनके प्रायः तुल्य ही बाद अनेक अनाश्रित रंजक आये जिन्होंने सम्मान रंग-आभा की विविधता तथा मूती कपड़ों की रंगाई की दृष्टि में कान्ति पैदा कर दी।

इस बीच में कार्बनिक रसायन का निरन्तर वैज्ञानिक विकास होता रहा और १८६० तथा १८७० के अन्दर पत्र-पत्रिकाओं, पाठ्य-पुस्तकों और सदर्भ-ग्रन्थों के रूप में इनका प्रचुर वैज्ञानिक ज्ञान एकत्र हो गया जिनका कदाचित् पहले कभी नहीं हुआ था। उसी दशक में अणुओं में परमाणुओं के निबन्ध सम्बन्धी विविध निष्कर्षों को समन्वित करके उन्हें एक ब्यापक वाद का स्वरूप दिया गया तथा अणु रचना का चित्रित निरूपण किया गया जिसमें संरचना सम्बन्धी सूत्रों (कॉन्स्ट्रक्शनल फार्मुला) की उत्पत्ति हुई, तथा इन सूत्रों के आधार पर विचार चिन्तन करके अज्ञात रासायनिक यौगिकों का उपकरण सम्भव हुआ और उनके गुणों का भी पहले से आभास प्राप्त किया जा सका। उदाहरण के लिए किसी निरजित भाथी यौगिक के बारे में यह सरलता से बताया जा सकता था कि यह रशीन होगा अथवा रगहीन।

कार्बनिक रसायन में यौगिकों के एक बड़े वर्ग को 'ऐरोमैटिक' कहने हैं। इस शब्द का अर्थ है 'भौरभिक'। इस वर्ग का नामकरण इन आधार पर किया गया कि इसमें सम्मिलित यौगिकों में विशिष्ट गुरभि होता है। ये यौगिक प्रायः वनस्पतियों से प्राप्त होते थे तथा इनके निबन्ध उस समय ज्ञात कार्बनिक यौगिकों के संरचना

सम्बन्धी मूत्रों से मोत नहीं खाते थे। कोलतार स्थित हाइड्रो कार्बन तथा अन्य यौगिक इसी 'मौरमिक' वर्ग के हैं। १८६५ ई० में नेक्युले ने इन यौगिकों के विभेदों को दूर किया और यह बताया कि सरलतम ऐरोमैटिक हाइड्रो कार्बन अर्थात् कोलतार बेंजॉल के मुख्य संघटक-बेंजीन के अणु में ६ कार्बन परमाणुओं का एक वलय (रिंग) है। इसी आधार पर यौगिकों की रासायनिक संरचना ने उनके रंग के सन्ध के बारे में परिकल्पनाएँ (हाइपोथेसिस) उपस्थित की गयीं तथा आणविकत्वका (मॉलिक्यूलर आकिटेक्चर) का भूतपान हुआ।

किसी भी व्यापक सिद्धान्त के निर्धारण के पूर्व अनुभवजन्य रासायनिक प्रियाओं का पूर्वक्षण (एक्स्प्लोरेशन) और छानबीन के साथ-साथ उनकी उत्पत्तियों का भी सूक्ष्म अध्ययन करना पड़ा है। संपरीक्षात्मक विज्ञान की प्रगति और विकास प्रायः इसी प्रकार होता है। कुछ आविष्कार तो आकस्मिक हाँते हैं और कुछ आशानीय यानी मोचा कुछ जाता है और फल कुछ निकल आता है। किन्तु कुछ वैज्ञानिक अन्वेषण तत्कालीन सिद्धान्तों की पुष्टि एवं उनका विस्तार करते हैं। लेकिन रजक सन्धवी व्यावहारिक अन्वेषणों का ध्येय कुछ अधिक स्पष्ट होता है। इन अनुसन्धानों का ध्येय केवल कोई व्यापक सिद्धान्त स्थापित करने का नहीं होता बल्कि उनमें रगई करनेवाले अथवा प्रयोक्ताओं के उपयोग-विशेष के लिए विशिष्ट साधन उपलब्ध करने की भावना रहती है। यह भी सच है कि वैज्ञानिकों के खूब तथा आकस्मिक घटनाओं के साथ-साथ उनके आविष्कारों और अन्वेषणों की पृष्ठभूमि में समय की माँग भी रही है लेकिन यह भी सही है कि वे सदा विपुल आवश्यकताओं से ही प्रेरित नहीं रहे। वस्तुस्थिति तो यह है कि पारस पत्थर के जिज्ञामुओं के अत्योत्साह ने ही इन बहुसंख्यक कृत्रिम रजकों को उत्पन्न किया है।

१८६५ ई० में हॉफमैन इंग्लैंड से जर्मनी लौट आये और उसके बाद उन्होंने तथा ई० फिशर, ओ० फिशर और जर्मन विश्वविद्यालय के अन्य कार्यकर्ताओं ने बाजारों में विक्रनेवाले रजकों की रासायनिक संरचना एवं ऐरोमैटिक यौगिकों के गुण-व्यवहार सन्धवी वैज्ञानिक अनुसन्धानों के विकास में काफी हाथ बटाया। प्रायः उसी समय इंग्लैंड में लार्मस्ट्रांग और वाटने ने नैप्थलीन व्युत्पत्तियों का वैज्ञानिक अध्ययन किया तथा मेलडोला ने भी 'मेलडोडाइल ब्लू' के सन्ध में काम किया। उप-युक्त अनुसन्धानों के अनुरित जर्मनी में इण्डिगो का विस्लेषण करके उसकी रासायनिक संरचना का ज्ञान प्राप्त किया गया, परन्तु उसके पूर्व ही १८६९ में कृत्रिम रीतियों ने ऐलिजरीन उत्पन्न की जा चुकी थी। इन बातों में यह निष्कर्ष नहीं निकालना चाहिए कि यहिल्ट रजक सन्धवी वैज्ञानिक अन्वेषण तथा प्राविधिक विकास

दो पृथक् वर्गों द्वारा किया गया था तथा इन वर्गों का विचार-विनिमय केवल मुद्रित वाङ्मय द्वारा ही होता था, वस्तुस्थिति सर्वथा इसके विपरीत थी।

वैज्ञानिकों के उपर्युक्त कार्यकलापों के फलस्वरूप हमारे सामने रासायनिक ज्ञान के महान् विकास का एक वृहत् चित्र उपस्थित हुआ, जिसमें रंजक-निर्माण के सिचनार्थ 'ऐनिलीन' और 'ऐजो' रूपी दो सरिताएँ प्रवाहित होती थी। अन्य वर्ग के रंजकों की भी प्रायः ऐसी ही कहानियाँ हैं, यद्यपि उनमें कुछ ऐसे रंजक पदार्थ भी हैं जिनका विकास प्राकृतिक रंजकों की रासायनिक संरचना के आधार पर हुआ है। इनके साथ ही रसायन-विज्ञान भी दिन-दिन जटिल होता गया। ऐन्थ्रामीन, कोलतार से प्राप्त अपरिष्कृत पदार्थों में से एक है, इसी में ऐन्थ्राक्वीनोन द्वारा एलिजरीन अर्थात् डाइहाइड्राक्मी ऐन्थ्राक्वीनोन बनता है। इस विधा में १० मुख्य रासायनिक पद होते हैं जिनकी उत्पत्तियों की रासायनिक रचना जटिलतर होती जाती है और तब कही जाकर एक अर्वाचीन कुण्ड रंजक तैयार होता है। ये रंजक इनने प्रकार एव धुलाई-सह होते हैं कि पिछले २० वर्षों में उनकी खपत उत्तरोत्तर बढ़ती गयी है। इस काल में प्रारम्भिक पदार्थ के रूप में ऐन्थ्रासीन भी अशत विस्थापित हुआ। ऐन्थ्रामीन के ढाँचेवाले रंजक अब नैपथलीन से बनाये जाने लगे हैं, इस विधा में धैलिक ऐन्हाइड्राइड अन्तःस्थ होता है। धैलिक ऐन्हाइड्राइड यद्यपि मूलतः एक रंजक अन्तःस्थ था, परन्तु आगे चलकर उससे सखिलष्ट रंग लेंथो और बानिज रेजीनो का एक पृथक् उद्योग ही खड़ा हो गया।

यहाँ इस बात का उल्लेख कर देना आवश्यक है कि संभवतः कृत्रिम इण्डियो तथा कृत्रिम एलिजरीन दोनों का अन्त अब निकट है, क्योंकि तन्तुओं पर बननेवाले ऐजो-यौगिक कृत्रिम एलिजरीन का स्थान ग्रहण करते जा रहे हैं तथा इण्डियो के प्रतिस्थापक के रूप में अन्य नीले रंजक तैयार होने लगे हैं।

रंजक-निर्माण की जटिलता के सम्बन्ध में यह बताना आवश्यक है कि एक या अधिक कोलतार हाइड्रो कार्बनों (बेन्जीन, टोलूइन, जाइलीन या नैपथलीन) में अपेक्षाकृत सरल रंजक बनाने में कम से कम ४ पृथक् रासायनिक पद निहित होते हैं। बहुत-से रंजकों विशेषकर ऐजो श्रेणीवालों के निर्माण में केवल अन्तिम पद पर दो या अधिक अन्तःस्थ साथ मिलाये जाते हैं, जिनके संयोजन से अन्तिम रंगीन यौगिक तैयार होता है। ऐजो रंजकों के लिए यही 'कप्लिंग' प्रतिक्रिया है, जिसका उल्लेख पहले किया जा चुका है। यह प्रतिक्रिया काष्ठ-मात्रों तथा जलीय माध्यम में सरलता से सम्पन्न होती है। इसके विरुद्ध बहुत-से कुण्ड रंजकों के बनाने में बड़ा उच्च ताप और दबाव तथा जल के स्थान पर अन्य विलायकों का प्रयोग करना पड़ता है।

रजक के निष्पन्न अणु में कोलतार हाइड्रो कार्बन की उपमा शरीर के हाइ और मास से दी जा सकती है जबकि अकार्बनिक तत्व उसके नख और केश के समान होते हैं। इसका तात्पर्य यह है कि विभिन्न प्रतिक्रियाओं में प्रयुक्त नाइट्रिक और सल्फ्यूरिक अम्लों में प्राप्त नाइट्रोजन और सल्फर भी रजक अणुओं के अंग बन जाने हैं। पाँच रजक यानी ३ 'ऐजो', १ 'ऐनिलीन' तथा १ 'इण्डिगो' रजक बनाने में बेन्जीन और मैथिलीन के अतिरिक्त नाइट्रिक, सल्फ्यूरिक तथा हाइड्रो क्लोरिक अम्ल, चूना, दह-मोडा, सोडियम कार्बोनेट, सोडियम एमिटेट, सोडियम नाइट्राइट, सोडियम बाइ-सल्फाइड, लौह बोरिंग, यशद धूलि, अमोनिया, फास्फोरम आक्सीक्लोराइड, मिथिल ऐल्कोहाल, फार्मेल्डिहाइड और फ्रासजीन प्रयुक्त होते हैं तथा बीच में २२ अन्तःस्थ यौगिक बनते हैं।

परन्तु इन २२ अन्तःस्थों की अन्तिम अवस्थावाले वर्ग उपर्युक्त पाच से अधिक रजकों के निर्माण में उपयोगी होते हैं। अन्तःस्थों के विविध संयोजनों की मभाव्य संख्या अपार होनी है और उनमें से उपयोगी संयोजनों को चुनना कोई सरल काम नहीं होता। परन्तु प्रयोगशाला में इन्हें बना करके, चाहे उनका कोई वाणिज्यिक महत्त्व हो अथवा नहीं, उनके गुणों का समुचित अध्ययन करके ही ज्ञान का वह भण्डार तैयार किया जाता है, जिसके आधार पर भावी अनुसन्धान की रूपरेखा बनायी जा सकती है, विशेषकर यदि उनमें कोई नवीनता दिखाई पड़े तो आये के काम को बड़ी प्रेरणा प्राप्त होती है। इस प्रकार अज्ञित बहुत-मा वैज्ञानिक ज्ञान साधारण रूप से प्रकाशित नहीं होना, अन्न ऐसी कुछ जानकारी ग्राहकों के लाभार्थ मुद्रित रूप में प्रगट होनी है और कुछ पेटेण्ट व्योरो के रूप में।

दौशणिक क्षेत्रों में विशेषकर जर्मनी और स्विजरलैण्ड के बाहर पेटेण्ट व्योरो के विरुद्ध एक पूर्वधारणा-सी है और प्रायः उन्हें वैज्ञानिक योगदान नहीं माना जाता। ये पूर्वधारणाएँ बहुधा जानामाव पर ही आधारित होती हैं। दौशणिक पाठक यह चाहते हैं कि इन व्योरो में भी तथ्यों को उसी प्रकार निर्दिष्ट किया जाय जैसे किसी पत्र-पत्रिका में प्रकाशित लेख में किया जाता है, वे पेटेण्ट व्योरो को केवल वैधानिक एकाधिकार मन्त्र (लीगल मॉनोपली इन्स्ट्रूमेण्ट) मात्र मानते हैं। पेटेण्ट व्योरो सचमुच ही एक विशेष काम के लिए विशेष रूप से लिखे जाते हैं, पेटेण्टों के अधिकारी साहित्यिक दृष्टि से लेखक नहीं होते। २०-२५ वर्ष पूर्व इंग्लैंड और स० रा० अमे० में इन व्योरो की इसी प्रकार आलोचना की गयी थी और हाल में फिर उनके प्रति वही धारणा अपनायी गयी। यद्यपि पेटेण्ट व्योरो की आलोचना कुछ उसी प्रकार की है जैसे कोई पोपट-लारियेट (राज-कवि) वैधानिक नियमों के सबध में यह

शिकायत करे कि वे दोहो और छन्दों में क्यों नहीं लिखे गये। एक परिचामी तथा अनुभववी पाठक ऐसे वादमय में से भी वैज्ञानिक तथ्य निकाल सकता है चाहे वे मामान्य प्रचलन के अनुसार प्रकाशित न भी किये गये हों।

जैसा ऊपर कहा जा चुका है, १९१३ के लगभग बाज़ार में प्रायः १००० रंजक पदार्थ चालू थे, जिनके रासायनिक निबन्ध<sup>१</sup> सर्वसाधारण को मालूम थे। यह लिखना विषयान्तर होगा कि दौक्षणिक तथा अन्य अन्वेषकों द्वारा किये गये रासायनिक विश्लेषण से अथवा पेटेण्ट ऑफ़ीस के अध्ययन से किस प्रकार इन यौगिकों की संरचना जानी गयी। यह कहना पर्याप्त होगा कि ऐसी सूचनाएँ बराबर प्रकाशित होती रहती हैं तथा स्पर्धी अनुसन्धानों के फलस्वरूप नये रंजकों की बड़ी संख्या प्रति वर्ष बाज़ार में आती रहती है। १३६० सिल्लिस्ट रंजकों की रासायनिक संरचना, पेटेण्ट संख्या, उनके अन्वेषकों के नाम तथा रंगाई संबंधी उनके गुण प्रकाशित किये गये हैं। इन न्यासों के पुनः सारणीकरण से यह ज्ञात होगा कि ये १३६० यौगिक ३९४ अन्वेषकों की प्रतिभा और परिश्रम की उपज रहे हैं। इन ३९४ अन्वेषकों को निम्नलिखित ढंग से वर्गीकृत किया जा सकता है—

(क) अकेले अथवा मिलकर केवल एक रंजक के उद्भावक<sup>२</sup> — ३३०।

(ख) (१) अकेले अथवा मिलकर दस रंजकों का उद्भव करनेवाले — ३५।

(२) अकेले अथवा मिलकर १५ रंजकों का उद्भव करनेवाले — २०।

इससे स्पष्ट है कि तारा-नक्षत्र के साथ-साथ लघु ज्योतिष्कायों (लुमिनरीज) की भी बड़ी संख्या होती है और ये लघु ज्योतिष्काय काफी महत्त्वपूर्ण कार्यभाग की पूर्ति करते हैं।

उपर्युक्त वर्गीकरण के अनुसार इंग्लैंड के केवल ६० जी० ग्रीन का नाम (ख) (२) के सितारों में है। इस प्रतिमान के अनुसार डब्लू० एच० पार्किन का नाम १० या १५ रंजकों के उद्भावक वर्ग में नहीं आता क्योंकि वस्तुतः उनके द्वारा उद्भावित रंजकों की संख्या केवल ५ है, किन्तु औद्योगिक नवीनता उत्पन्न करनेवाली उनकी काला-बधि बहुत छोटी थी। वैज्ञानिकों के आविष्कारों की संख्या गिनने से अन्वेषक के रूप में उनकी प्रतिभा की विलक्षणता का आभास अवश्य मिल जाता है, लेकिन उनके आर्थिक एवं वाणिज्यिक महत्त्व की याहू नहीं लगती। इसका पूरा चित्र प्रस्तुत करने के लिए तो सभी प्रौद्योगिकीविदों विशेषकर नये-नये अन्तःस्थों और नयी-नयी विधाओं को

बिताये। व्यापार की आवश्यकताओं के बारे में परामर्शदाता के रूप में उन्हें कुछ प्रेरणा नहीं मिली अतः स्पर्धी सस्थाओं के पेटेण्ट ब्यूरो का अध्ययन ही उन्हें सौपा गया। इन ३० वर्षों में बर्न्यसेन भी उपर्युक्त ३५ सितारों में गिने गये तथा अपनी सस्था के पेटेण्ट विभाग के अध्यक्ष रहे। तत्पश्चात् वह फिर हाइड्रलवर्ग लौट आये और वही एक सम्मानित प्रोफेसर के पद से अपनी पुस्तक का १५वाँ तथा १६वाँ जर्मन संस्करण प्रकाशित किया। इस प्रकार बर्न्यसेन का जीवन उनके अग्रगण्यियों से स्पष्टतया भिन्न जान पड़ता है। वह लगभग एक पीढ़ी छोटे थे। तब तक समय बहुत बदल गया था और उन्हें भोषण स्पर्धी अन्वेषणों के बीच कार्य करना पड़ा। उनके सक्रिय प्रतियोगी प्रायः नयी अवस्थाओं के ये और बड़ी शीघ्र गति में बढ़ती हुई सस्थाओं में काम करते थे। इस काल में ज्ञान को पद्धतिशील और व्यवस्थित बनाना बड़ा महत्त्वपूर्ण था।

उपर्युक्त वृत्तांतों के आधार पर रजक पदार्थों या वस्तुन कार्बनिक रसायन का विकास तीन कालों में विभाजित किया जा सकता है—(१) १८७० ई० तक की कालावधि जिसे केवल अनुभवगत छानबीन का समय कहा जा सकता है, (२) १९१० ई० तक की कालावधि, जो रामायनिक नवीनताओं के व्यापक एवं स्पर्धी विस्तार का युग था, जिसमें रंगप्रयोक्ताओं के लिए रंग-पदार्थों का इतना विस्तृत क्षेत्र खुला कि उन्हें रजकों के चुनाव में बड़ी हैरानी होने लगी, और (३) वर्तमान काल, जो लगभग १९२३ ई० तक स्पष्ट हो गया था, जब कि रंग प्रयोक्ताओं की विशेष समस्याओं के हल की ओर उत्तरोत्तर अधिक ध्यान दिया जाने लगा था। मार्टिन के शब्दों में मध्यकालीन औसलाहट वाली स्पर्धा के अन्त करने का कारण इस प्रकार है—

“जैसे कोई भी नव-विकसित शक्ति मानव-समाज के लिए भय और जोखिम लेकर उपस्थित होती है परन्तु कालान्तर में उस पर अक्रुश लगाकर उसे मनुष्य के कल्याणार्थ समापोजित कर लिया जाता है, उसी प्रकार इन नये नये रंगों की प्रचुरता तथा रंगाई की सरलता के कारण वस्त्रव्यापार के सामने उसके प्रथम ५० वर्षों में एक भयंकर संकट आ खड़ा हुआ था। फलतः वस्त्रों की धोणी और सौन्दर्य में हम अपने पूर्वजों में बहुत पीछे हो गये थे।”

१९२५ ई० में जर्मनी की सभी सस्थाओं का एकीकरण हो गया और ‘आई० जी० फार्बेनइण्डस्ट्री ए० जी०’ नामक एक महती सस्था विकसित हो गयी, स्विजरलैण्ड की सस्थाओं का भी काफी निकट पारस्परिक मन्वन्व स्थापित हो गया। अन्य देशों में भी २५ वर्ष पूर्व की अपेक्षा आन्तरिक स्पर्धा बहुत कम हो गयी थी लेकिन आविष्कारों की प्रतियोगिता अब भी जारी है परन्तु उनके दृष्टिकोण में अवश्य अन्तर हो गया



है। १९३९ तक आविष्कारों की गति सभी दिशाओं में पूर्ववत् चलती रही। गत महा-युद्ध का क्या प्रभाव होगा कहा नहीं जा सकता, लेकिन इतना स्पष्ट है कि सरिलप्ट कार्बनिक रसायन-उद्योग के रंजकनिर्माण में केवल कोलताररूपी वृक्ष के फलों का ही प्रयोग न होगा; बल्कि पेट्रोलियम-भजन (क्रैकिंग) के फलों का भी उपयोग करना होगा तथा उसमें एसिटिलीन के रासायनिक वृक्ष की कलम लगानी होगी। 'कुछ अन्त होंगे' के बनाने के लिए तेलों और बसाओं की भी सहायता लेनी होगी, जो अभी तक प्रायः मावुन बनानेवालों की ही पवित्र निधि मानी जाती हैं।

यह इतिहास के बड़े बिस्तृत चित्र की एक झलक मात्र है। अन्तर्राष्ट्रीय उद्यम पुचल को छोड़कर यह इतिहास प्रायः जर्मनी और स्विजरलैण्ड का ही है। लेकिन ब्रिटेन, फ्रान्स, अमेरिका में भी तथा हाल में कुछ हद तक जापान में रंजक विकास के तृतीय काल में अवश्य रचनात्मक काम हुआ है, लेकिन वह बहुत हद तक पूर्वोक्त दोनों देशों की अनुकृति ही रहा है। ब्रिटेन में रंजक-आयातसम्बन्धी विधानों से इस काम को काफी सुरक्षा मिली तथा उसकी नींव पक्की हो गयी। पेटेण्ट-ध्योरो के गहन अध्ययन एवं प्रयोगशालाओं में तथा समयों पर किये गये अन्वेषणों से भी इस नींव की संपुष्टि हुई। १९१९ में युद्धकालीन विस्फोटकनिर्माणियों में प्रशिक्षाप्राप्त बहुमध्यक रसायनज्ञों के आ जाने से तत्कालीन साहसी रंजक-रसायनज्ञों की सख्या में बड़ी वृद्धि हुई थी। अनुगामी वर्षों में ब्रिटेन के सभी विश्वविद्यालयों से रसायनज्ञ आने लगे और केवल पेटेण्ट ध्योरो के मूल्यांकन का समय एवं सहज ज्ञान के उपयोग का युग प्रारम्भ हुआ है।

'अनाधित कपास' तथा 'अम्ल ऊत' इत्यादि रंजकों के रेञ्जों में से अनुपयुक्त रंजकों को निकालना, रंगपदार्थों की सख्या को कम करते हुए रेञ्ज का विस्तार करना और इस प्रकार रंगप्रयोजनों के कार्य को उत्तरोत्तर वैज्ञानिक रूप देना आज के रंजक-अन्वेषकों का ध्येय है।

अगर सरिलप्ट रंजकों के निर्माण को मानव-ज्ञान के विद्वकोश का एक भाग माना जाय तो यह रसायन-विज्ञान का एक अध्याय मात्र है, और इस आशय में रंजक-उद्योग के ऊपर रसायनविज्ञान का बहुत बड़ा ऋण है। परन्तु रसायनविज्ञान के इस अध्याय का विकास विमुद्ध वैज्ञानिक भावना से प्रेरित रसायनज्ञों के कार्यों के आधार पर स्वतः नहीं हुआ, बल्कि प्रायः सर्वथा यह स्वयं उद्योग में लगे कार्यकर्ताओं के प्रयत्नों

का ही फल है। “कार्बनिक रसायनविज्ञान रंजक-उद्योग का उतना ही ऋणी है जितना यह उद्योगविशेष कार्बनिक रसायन का।”

अन्त में इस बात पर फिर एक बार जोर देने की आवश्यकता है कि रंजक उद्योग एक आधार-उद्योग है। यदि आवश्यकता हुई तो मनुष्य रंजकपदार्थों को तिरस्कृत कर सकता है लेकिन वर्तमान युग में कोई राष्ट्र या देश संदिलिष्ट कार्बनिक रसायन-उद्योग के बिना महान् नहीं बन सकता, जीवित नहीं रह सकता, और संदिलिष्ट कार्बनिक रसायनोद्योग के प्राण रंजक पदार्थ हैं। रंजक पदार्थों के द्वारा ही प्रयोगशाला एवं सयन्त्रप्रविधि की प्रशिक्षा होती है तथा बहुमूल्य कार्बनिक यौगिकों के रासायनिक गुणों तथा उनके आर्थिक महत्त्व का ज्ञान प्राप्त होता है। रंजक उद्योग केवल एक नदी नहीं रही, अब वह एक डेल्टा बन गया है, जिसकी मुख्य धारा तो रंजक पदार्थों की है लेकिन अन्य धाराओं से, मनुष्य के उपभोगार्थ अमूल्य रासायनिक पदार्थ प्रवाहित होते रहते हैं। रंजकसंबन्धी अन्वेषण करनेवाले रसायनज्ञ उद्योगों के प्रायः समस्त क्षेत्र में शक्तिशाली बीज बिखेरते रहते हैं।

### ग्रन्थसूची

- BADDELEY, J. *The Dyestuffs Industry, Post-war Developments* *Journal of the Society of Dyers and Colourists*
- BOARD OF TRADE. *Report of Dyestuffs Industry Development Committee* Cmd. 3658. H. M. Stationery Office.
- CALVERT, F. C. *Lectures on Coal Tar Colours* Palmer & Howe
- CRONSHAW, J. T. : *Jubilee Memorial Lecture, Journal of the Society of Chemical Industry*
- DUISBERG, C. *Abhandlungen etc*
- GARDNER, W. M. : *The British Coal-Tar Industry*. Williams & Norgate.
- GRAND MOUGIN *Ullmann's Encyclopaedie der Technischen Chemie*, Vol. V, p 110 (2nd Ed) Urban & Schwartzenberg
- LACHMAN, A. *The Spirit of Organic Chemistry* Macmillan & Co., Ltd
- LEAGUE OF NATIONS, INTERNATIONAL ECONOMIC CONFERENCE : *The Chemical Industry*.
- VON LIPPMANN, E. O. *Zustafeln zur Geschichte der organischen Chemie*.
- MARTINET : *Matières Colorantes—L' Indigo*. J. B. Baillière et Fils.

- MIALL, S. : *History of the British Chemical Industry*. Ernest Benn Ltd.
- MORGAN, SIR G. T., AND PRATT, D. D. . *British Chemical Industry*.  
Edward Arnold & Co.
- MORTON, H. : *History of the Development of Fast Dyeing and Dyes*, Royal  
Society of Arts
- PAULI, H. : *Die Synthese der Azofarbstoffe*.
- ROWE, F. M. . *The Development of the Chemistry of Commercial Synthetic  
Dyes (1856-1938)*. The (Royal) Institute of Chemistry.
- ROWE, F. ■ . *The Colour Index*. Society of Dyers and Colourists.
- SCHMIDT, ALBRECHT . *Die Industrielle Chemie in ihrer Bedeutung im  
Weltbild* W. de Gruyter.
- SCHULTZ *Farbstoff-Tabellen*, 7th Ed. Akademische Verlags gesell-  
schaft.
- THORPE, SIR J. P., AND WHITELEY, M. A. . *Thorpe's Dictionary of Applied  
Chemistry*, 4th Ed Longmans Green & Co., Ltd.

### विरंजन, रंगाई, छपाई तथा परिरूपण

फ्रेड शोलफील्ड, एम० एम-सी० (मैनचेस्टर), एफ० टी०  
आई०, एफ० आर० आई० सी०

कताई, बुनाई एवं रंग द्वारा वस्त्रों के अलकरण की कलाओं का विकास आज से लगभग एक सहस्र वर्ष पूर्व हुआ था। एक लेखक के शब्दों में—“मानव-जीवन की प्रारम्भिक अवस्था में किसी अतरङ्ग अहता ने शारीरिक अलकरण की प्रेरणा की। जब स्वाभाविक लज्जा तथा जलवायु की कठोरता ने मनुष्य को न्यूनतम आवरण अपनाने के लिए बाध्य किया तब इस अलकरण ने तत्कालीन प्रारम्भिक वस्त्रों का रूप लिया। जैसे-जैसे मनुष्य की प्रवृत्ति एवं रुचि परिष्कृत होती गयी वैसे-वैसे साधारणतया प्रयुक्त होनेवाले गद्दे रंगदार वस्त्रों के स्थान पर विरंजित<sup>१</sup> कपड़ों का प्रयोग बढ़ने लगा तथा उत्तरोत्तर लोग उनको अधिक पसन्द करने लगे और उनका मूल्य भी बढ़ने लगा।” इसी के साथ कुछ लोगों का यह दावा भी है कि—“विरंजन का इतिहास ही मानव-सभ्यता का इतिहास है।”

जो भी हो, विरंजन के इतिहास से विज्ञान की विशिष्ट महत्ता तथा वर्तमान औद्योगिक विधाओं में वैज्ञानिक रीतियों और आविष्कारों के सफल प्रयोग का पता तो लगता ही है। वस्त्रों के विरंजन की कला अवलोकन एवं अनुभव पर ही आधारित थी तथा लिखित इतिहास के प्रारम्भ से लेकर १८वीं शताब्दी तक पादप तन्तुओं से बने वस्त्रों के विरंजन की केवल एक ही रीति थी, जिसे 'क्रॉफ्टिंग' अथवा 'ग्रासिंग' कहते थे। यह रीति कष्टप्रद होने के साथ-साथ नैसर्गिक तत्त्वों पर भी निर्भर होने के कारण बड़ी अनिश्चित होती थी।

लकड़ी की राख से निस्सारित क्षारों द्वारा स्वच्छकरण अथवा विमलन उपचार के पश्चात् वस्त्रों को सूर्यरश्मियों की क्रिया के लिए बाहर फैलाया जाता था। वस्तुतः "प्रारम्भिक विरंजन की रीति वर्तमान मृहिणियों द्वारा प्रयुक्त रीति के ही समान थी, जो अपने कपड़ों को मृदु क्षारों के साथ उबालकर धूप में फैला देती है और कभी कभी उन पर जल छिड़कती रहती हैं जिससे विरंजन विधा (प्रक्रिया) पूर्ण हो जाय। यह घरेलू विधा धीरे-धीरे औद्योगिक बन गयी जिसमें कपड़ों को बार-बार उबाला और 'ग्रास' अर्थात् घास पर फैला कर सुखाया जाता है। यह विधा तब तक चलती रहती है जब तक वस्त्र पूरी तरह श्वेत न हो जाय। बहुत समय तक विरंजन की इस प्रथा में विमलन पदार्थों की प्रकृति में कुछ हेर-फेर के अलावा अधिक परिवर्तन नहीं हुआ।"

एडिनबरो के डा० फ्रान्सिस होम ने १७५६ में कहा था—“मैं देखता हूँ कि सबसे निपुण विरंजनकर्मी अपनी कला के सामान्य मिद्धान्त को तो अच्छी तरह समझते हैं लेकिन रानायनिक मिद्धान्तों में अनभिज्ञ होने के कारण उनका उचित उपयोग नहीं कर पाते तथा अपने ज्ञान के प्रयोग में अपने काल की वृद्धि नहीं कर सकते।” १८वीं शताब्दी के पूर्वार्ध में जाकर मपरीक्षीय रीतियों को सैद्धान्तिक निष्कर्षों का आधार स्वीकार किया गया, जिससे उस ज्ञान की वृद्धि एवं प्रविधि का विकास संभव हो सका जो वर्तमान युग का विशिष्ट लक्षण माना जाता है। यह प्रिस्ले, शीले, कैवेण्डिश और लवायजियर का युग था। १७७४ में शीले ने क्लोरीन का आविष्कार

(१) अंग्रेजी में 'क्रॉफ्ट' गृहलान् भूमि को कहते हैं, संभवतः वस्त्रों को इसी भूमि पर फैलाकर विरंजन करने के कारण इस रीति को 'क्रॉफ्टिंग' को संज्ञा दी गयी है। यही तर्क 'ग्रासिंग' के लिए भी उपस्थित किया जा सकता है, क्योंकि इस रीति में कपड़े घास (ग्रास-अं०) पर फैलाकर विरंजित किये जाते थे। —अनुवादक

किया तथा उसके गुणों की परीक्षा की। उन्होंने देखा कि उससे वनस्पति-रगपदार्थों का नाश हो जाता है। आगे चलकर बर्थोलिट ने क्लोरीन को एक विरजक के रूप में प्रयोग करने की सोची और उसे पोटाशविलयन में प्रचूषित कराकर 'युडि जैवेल' उत्पन्न किया। इससे क्लोरीन की अवाछित गंध के कारण उसके इस्तेमाल करने की कठिनाई का निवारण हो सका।

विरजन की 'ग्रासिंग' रीति के स्थान पर इस नयी रीति के प्रयोग की सभावना से विरजनकर्मियों को बड़ा प्राण मिला क्योंकि इस रीति से वस्त्रविरजन में प्रायः उतने ही घण्टे लगने लगे, जितने कि पुरानी प्रथा में सप्ताह लगते थे। औद्योगिक क्रान्ति के फलस्वरूप अत्यधिक वस्त्रोत्पादन के कारण विरजनकर्मों अपनी अनावश्यक रूप से लम्बी प्रथा को लेकर बड़ी कठिनाई में पड़ गये थे। अनेक लोगो ने क्लोरीन पर प्रयोग किये और १७९९ ई० में चार्ल्स टेनैण्ट ने बुझाये चूने से क्लोरीन के अव-क्षोषण की विधा का पेटेण्ट कराया। फलतः 'क्लोराइड ऑफ लाइम' अर्थात् 'क्ली-चिंग पाउडर' वनस्पति-स्तन्तुओं के विरजक के रूप में आज तक सबसे महत्वपूर्ण पदार्थ माना जाता है।

शीले द्वारा क्लोरीन के आविष्कार जैसे विशुद्ध वैज्ञानिक आविष्कार का औद्योगिक प्रयोग कोई नयी बात न थी। इण्डियन प्रकार के प्रथम कुण्डरजक के आविष्कार के समय (१९०१) सोडियम हाइड्रो सल्फाइड अपेक्षाकृत एक विरली वस्तु थी जो रासायनिक प्रयोगशाला-प्रतिकर्मकों में भी साधारणतया नहीं पायी जाती थी। किन्तु कुण्डरजकों में इसका प्रयोग होने से थोड़े समय में ही इसकी महत्ता इतनी बढ़ी कि प्रति वर्ष हजारों टन के हिसाब से इसका उत्पादन होने लगा।

उपर्युक्त दृष्टान्त का उलटा भी प्रायः सत्य होता है। बहुधा औद्योगिक आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए किये गये अनुसन्धान के फल भी विशुद्ध वैज्ञानिक ज्ञान में बड़े मूल्यवान् सिद्ध हुए हैं। मास्कोस्थित 'झुण्डेल प्रिण्ट वर्क्स' के रसायनज्ञों ने ऐलिटहाइड्रो और कीटोनों के साथ हाइड्रो सल्फाइड के प्राविधिक योगिक तैयार किये, जिनसे हाइड्रो सल्फाइड एव सल्फाक्सिलेट की संरचना के स्पष्टीकरण में सहायता मिली।

जैसा कि ऊपर बताया जा चुका है, विरजक के रूप में 'क्लोराइड ऑफ लाइम' का एक शताब्दी तक सबसे अधिक महत्व रहा है, लेकिन इसका यह तात्पर्य नहीं है कि इस कालावधि में विरजनकर्मियों को वैज्ञानिकों से कोई सहायता ही नहीं मिली। उनको अपने अनुभव से यह पता लगा कि विलयन की सांद्रता के अलावा उसकी

क्षारता, उसका वयम तथा उसमें अम्ल डालने इत्यादि का विरंजन की प्रभाविता तथा उसके वेग पर बड़ा असर पड़ता था, साथ ही उन्होंने यह भी देखा कि वस्त्रों के ऊपर रासायनिक आक्रमण की गहनता भी बड़ी महत्वपूर्ण बात थी। परन्तु बिना किसी मात्रात्मक आधार के यह ज्ञान अस्पष्ट सा ही रहा। १९०९ में एक डैनिस रसायनज्ञ, मोरेन्सन ने हाइड्रोजन आयन का सांद्रण यानी किसी विलयन की अम्लता, क्षारता अथवा उदासीनता व्यक्त करने की एक सरल रीति निकाली। 'थर्ले इन्स्टिट्यूट' में (१९२४) 'ब्रिटिश कॉटन इण्डस्ट्री रिसर्च असोसियेशन' के क्लीवेन्स तथा अन्य कार्यकर्ताओं ने वनस्पति तन्तुओं के सेलुलोज पर हाइपो क्लोराइट के विरंजन-विलयनों की आक्सीकरण क्रिया का बड़ी मात्रावधि से अध्ययन किया तथा कुछ आश्चर्यजनक बातों का पता भी लगाया। यह मालूम हुआ कि आक्सीकरण के लिए विलयन में स्वयं हाइपो क्लोराइट के सांद्रण की अपेक्षा हाइड्रोजन आयन सांद्रण अधिक महत्वपूर्ण होता है। इस वैज्ञानिक अन्वेषणों के प्रत्यक्ष फलस्वरूप विरंजन विधाओं का नियंत्रण अधिक निश्चित एवं वस्तुनिष्ठ हो गया, अर्थात् विरंजन अब केवल एक कला मात्र न रहकर पूरा विज्ञान बन गया और उसकी उत्तमता एवं कार्यमाधकता में बड़ी उन्नति हो गयी।

यद्यपि विरंजित वस्त्रों के सामर्थ्यह्रास से उसके विरंजन की अनुपयुक्तता का पता तो चल जाना था लेकिन रासायनिक आक्रमण की ठीक-ठीक सीमा निर्धारित करना अब भी कठिन था। 'थर्ले इन्स्टिट्यूट' के वैज्ञानिक कार्यकर्ताओं ने क्यूप्रामो-नियम हाइड्राक्साइड में रासायनिकता प्रभावित सेलुलोज के विलयन की स्थानता पर आधारित एक मानक परीक्षा विकसित की, जो अब वस्त्रोद्योग में सामान्यतः स्वीकृत है। इस परीक्षा से विरंजन तथा मृदु विधाओं में हुई वस्त्र की हानि मापने तथा उसकी प्रकृति निश्चय करने में बड़ी बहुमूल्य सहायता मिली है।

यह बताना कि आगे वैज्ञानिक रीतियाँ तथा आविष्कारों के प्रयोग से विरंजन में उन्नति की क्या सम्भावनाएँ हैं, प्रायः असंभव है। विशुद्धरासायनिक विधाओं से बड़ी मात्रा में हाइड्रोजन पराक्साइड बनने और एक विरंजक के रूप में प्रयुक्त भी होने लगा है। इसके उपरान्त सोडियम क्लोराइट नामक क्लोरीन का एक दूसरा योगिक, जो अभी हाल तक एक विरला रम-द्रव्य था, अब बड़े पैमाने पर विरंजन का महत्वपूर्ण साधन बनने जा रहा है।

कदाचित् रसायनज्ञ एक दिन फिर हवा से अनाथित विरंजन की पुरानी रीति अपनायेंगे, परन्तु तब वे मूर्धप्रकाश की मन्द गति एवं अनिश्चित क्रिया पर निर्भर न होंगे। वे कुछ ऐसे उत्प्रेरकों का प्रयोग करेंगे जिसे केवल प्राकृतिक रंग-पदार्थों

का ही ऑक्सीकरण हो सके तथा तन्तुओं के बल और प्रकृति पर कोई दुप्रभाव न पड़े।

पिछले सौ वर्षों में वस्त्रों के रंगने की रीतियों में आमूल परिवर्तन हुआ है, और उनके विकास तथा सुन्दर एवं उपयोगी वस्तुओं के कुशल उत्पादन में वैज्ञानिक योगदान का यह बड़ा उत्कृष्ट उदाहरण है। उद्योगिकी शताब्दी के मध्य तक ती वस्त्रों की रंगाई की कच्चा प्राकृतिक रंग पदार्थों के प्रयोग पर ही आधारित थी। ये रंग पदार्थ अधिकांशतः वनस्पतिजगत में ही प्राप्त होने से तथा उनके प्रयोग की रीति भी वही कष्टप्रद और नियन्त्रणातीत होती थी। फिर भी अनुभवजन्य रीतियों में ही सही, लेकिन दस्त-रंगाई और छपाई की कला सौन्दर्यमय बन गयी थी। गत शताब्दी के पूर्वार्ध में कार्बनिक रसायन का जो विकास हुआ वह मुख्यतः रंगों और मेपजों जैसे प्राकृतिक पदार्थों की रासायनिक मरम्मत की ओर संकेन्द्रित था। इस मर्म में यह बताना आवश्यक है कि १८५६ में टल्मू एच० पर्विन द्वारा किया गया कोल्टार-पदार्थों से ध्युत्पन्न रंगपदार्थ का आविष्कार कोई एक आकस्मिक घटना न थी। 'ऐनिलीन' अथवा 'कोल्टार' रजकों तथा उनके आवश्यक अन्तःस्थों के सर्वप्रथम औद्योगिक निर्माण में १८ वर्षों में पर्विन की विलक्षण सफलता व्यावहारिक रसायन के समस्त इतिहास में बड़ी अनाधारण घटना है। पर्विन के 'ऐनिलीन पर्पर्स' के बाद अधिकांशतः इंग्लैंड और फ्रान्स में 'मैन्जेस्टा', 'मियानीन', 'साम्बुल ब्लू' तथा 'मिपिल बायलेट' जैसे सुन्दर सुन्दर रंगपदार्थ आविष्कृत हुए। लाइट फूट द्वारा कपास पर 'ऐनिलीन ब्लैक' उत्पन्न करने की एक व्यावहारिक रीति का आविष्कार इसी काल की घटना है। मीटर की जहोवाले रंगमत्त्व, 'एलिजरीन' के बनाने की रीति का आविष्कार तथा उसका औद्योगिक विदोहन (एक्सप्लायटेसन) पर्विन की सफलताओं में सबसे उत्कृष्ट माना जाता है। विगुड रासायनिक रीति में किसी प्राकृतिक रंगपदार्थ के उत्पादन का यह सर्वप्रथम उदाहरण था। आगे चलकर 'इण्डिगो' का मसलेपन किया गया तथा उसका भी विनिष्ट आधिक महत्त्व हुआ। 'एलिजरीन' बनने के पहले बड़े बड़े सेतों में मीटर उपजाया जाता था तथा उसके रंगपदार्थ में 'टर्की रेड' और वस्त्रों की रंगाई छपाई के लिए लाल और गुलाबी आनाओं के महत्त्वपूर्ण रेजकों का उत्पादन किया जाता था।

ग्रोनफोर्ड ग्रोन-मिदन पर्विन की निर्माणी के मुख्य में एक० एम० रो लिखते हैं—“अब किसी देश की एक निर्माणी ने वैज्ञानिक एवं औद्योगिक विकास का इतना विश्वव्यापी उत्थान नहीं किया है। इसका मुख्य कारण यह है कि यहाँ रंजक उद्योग और औद्योगिक कार्यकर्ताओं के बीच प्रारम्भ से ही अति निकट सम्पर्क स्थापित किया

गया है, जिसका परिणाम यह हुआ कि शैक्षणिक वैज्ञानिकों ने वाणिज्यिक रजकों की संरचना निश्चय करके तथा उनके उत्पादन में होनेवाली प्रतिक्रियाओं के क्रम का स्पष्टीकरण करके उद्योग की महती सहायता की। उन्होंने नये नये अन्तस्थ एवं रजक भी तैयार किये जिनका आगे चलकर वाणिज्यिक पैमाने पर निर्माण किया गया। दूसरी ओर उद्योग ने भी इस बात को स्वीकार किया कि उच्च प्रशिक्षा-प्राप्त रसायनज्ञों की अधिकाधिक सख्या एकत्र कर तथा उन्हें काम में लगाकर सतत प्रगति करते रहने में ही उनकी सफलता निहित है। इसी कारण वे निर्बाध रूप से नयी नयी प्रतिक्रियाएँ ज्ञात करके नवीनतम एवं विविध प्रकार के यौगिक बनाते रहें तथा इससे कार्बनिक रसायन के सिद्धान्त एवं व्यवहार के विकास में बराबर सहायक हुए।”

कोलतार के ऐन्थ्रीसीन से ‘एलिजरीन’ के उत्पादन ने मैडर की खेती को एकदम समाप्त कर दिया और आगे चलकर उसी प्रकार जर्मनी में ‘इण्डियो’ के रासायनिक उत्पादन ने प्राकृतिक इण्डियो उद्योग का भी अन्त कर दिया।

रंग पदार्थों के उत्पादन में पर्सिन की सफलताओं से प्रेरित कार्बनिक रसायन ज्ञान के प्रयोग के प्रत्यक्ष फलस्वरूप १८५६ के बाद रंगाई कला में आमूल परिवर्तन हो गया। इससे रंगाई-छपाई करनेवाले वस्तुओं में ऐसे-ऐसे सुन्दर रंगप्रभाव उत्पन्न करने लगे जो प्रकाश, धुलाई एवं इस्तेमाल करने की अन्य साधारण रीतियों को सफलतापूर्वक सहकर स्थिर बने रहते हैं। इसके अतिरिक्त उनकी प्रक्रियाएँ उन पुरानी प्रक्रियाओं से सरल भी थीं जिनसे निश्चितरूपेण न्यून स्थिरता के रंग उत्पन्न होते थे।

१८८४ ई० में प्रथम अनाश्रित कपास-रजक, ‘कामोरेड’ के आविष्कार से ही रजकविलयन में आवश्यकतानुसार थोड़ा नमक डालकर सूती वस्तुओं को उबालने हुए रंगने की सरल रीति सम्भव हुई। उस समय से ऐसी रंगाई के लिए बीसो हजार रजक तैयार किये गये और उनमें से बहुतों में प्रकाश और धुलाई सहने का गुण भी था, जो पहले किसी भी रीति से प्राप्त नहीं हो सका था।

इन हजारों कपास और ऊन-रजकों में से प्रायः सभी का उद्गम पीटर ग्रीस नामक वैज्ञानिक के अनुसन्धानकार्य में ही निहित था। ग्रीस लन्दन में प्रोफेसर ए० डब्लू० हॉफमैन के शिष्य थे, और बाद में वर्टन-ऑन-ट्रेण्ट के यवासवन उद्योग में इनका सम्बन्ध हो गया था। इनके गुरु हॉफमैन ने अपने तथा अपने शिष्यों के कार्यों से इंग्लैण्ड और जर्मनी दोनों देशों में उस महान् उद्योग की नींव डाली जिसने कोयला-आसवन के उपजातों को बड़े बहुमूल्य यौगिकों का रूप प्रदान किया। ये उपजात पहले एकदम



वेकार समझकर फेंक दिये जाते थे। पकिन भी हॉफमैन के प्रयोगशाला-सहायक थे और यह उगी समय की बात है जब उन्होंने क्वीनीन संश्लेषण के अपने प्रयत्न में एक बैंगनी रंग लानेवाला पदार्थ बनते देखा था। ग्रीस द्वारा आविष्कृत 'डाइऐजो' प्रतिक्रिया विलेय और अविलेय रंगपदार्थों के उत्पादन की अब तक मुशायी गयी रीतियों में सबसे महत्वपूर्ण रीति है।

१९०१ ई० में आर० वॉन ने 'इण्डियन' का आविष्कार किया, यह 'ऐन्थ्रॉसीन' से व्युत्पन्न रंगपदार्थों की एक नयी श्रेणी का प्रथम यौगिक था और कुछ वानों में इसके रासायनिक गुण इण्डिगो के समान थे, इसी लिए यह 'कुण्डरजक' कहा जाने लगा। इण्डियन से विशेषकर मेल्लोज तन्तुओं पर ऐसा रंग उत्पन्न करना सम्भव हुआ जिसमें साबुन तथा सोडा के साथ उबालने और प्रकाश तथा शक्तिशाली विरंजन-कारकों के प्रति बड़ी असाधारण स्थिरता थी। यद्यपि यह दावा करना उचित नहीं कि ये रजक कभी मेलन नहीं होते लेकिन इतना अवश्य है कि वस्त्र के उपयोगी जीवन में इनकी आभा में कोई विशेष अन्तर नहीं पड़ता। रासायनिक यौगिकों के प्रति इनकी सहृता इतनी अधिक होती है कि रंगे वस्त्रों के लिए 'विमलन', मर्मरीकरण, विरंजन तथा परिस्पष्ट की विधाएँ निरापेक्ष रूप से सम्पन्न हो सकती हैं। इस प्रकार वस्त्रनिर्माण की अधिक मितव्ययी एवं उत्तम रीतियाँ उपलब्ध हुई हैं। उन पर असाधारणतया स्थिर आभा उत्पन्न करनेवाले रजक भी ऐन्थ्रॉसीन से तैयार किये गये हैं, जो रासायनिक दृष्टि से इण्डियन में भिन्न होते हैं।

कुण्डरजकों की पूर्ति तयान्वित अविलेय 'ऐजो' अथवा 'नैप्थॉल' रजकों से की गयी है। इस प्रकार की रंगाई के मूल आविष्कार का श्रेय हड्सफील्ड के दामन तथा रॉबर्ट हॉलिडे को है, जिनके 'वैकेन्मीन रेड' से ही आगे चलकर 'वैरा रेड' उत्पन्न किया गया। १९१३ में मूल बीटा-नैप्थॉल के स्थान पर नैप्थॉल AS के प्रयोग में विगिष्ट स्थिरतावाले चमकदार रंग विशेष कर सूती वस्त्रों पर उत्पन्न किये जा सके। इन रंगों की आभा, विशेष कर लाल आभाएँ बड़ी विस्तृत थी, जब कि कुण्डरजकों की ये आभाएँ अल्प थी। इन नये कुण्ड और ऐजो रजकों द्वारा अब इण्डिगो और ऐलिजरीन के अस्तित्व के ही समाप्त होने की सम्भावना हो गयी है। यह स्मरणीय बात है कि इण्डिगो और ऐलिजरीन ने कुछ समय पूर्व नील और मैडर की खेती और उद्योग का नाश किया था। यह वैज्ञानिक आविष्कारों के आर्थिक प्रभाव तथा उनके औद्यो-

गिक प्रयोग का अत्युत्तम उदाहरण है। इसलिए यह समझना कि अब अन्तिम पद आ गया ठीक नहीं है। समभव है कि उनके प्रयोग की कठिनाई के कारण कुण्डरजक भी सीधे ही विस्थापित हो जायें और उनके स्थान पर भिन्न रासायनिक संरचनावाले अन्य यौगिक क्षेत्र में आ डटें। अभी भी 'इण्डिगो सोल्स' तथा 'सोलेडॉन्स' के रूप में कुण्डरजको की संरचनाओं में ऐमागमनोपस्थित किया गया है जो विलेय होने के साथ-साथ कुछ बातों में मूल एव वस्त्र पर अधिक मरलता से प्रयुक्त हो सकता है। रासायनिक कौशल से नैप्याल रंग इतने विविध तरीकों से तैयार किये गये हैं जिससे उनका प्रयोग अधिक सुविधाजनक हो गया है, विशेषतः वस्त्रों की छपाई में। रजको एव रंगद्रवों के क्षेत्र में गहन वैज्ञानिक अनुसन्धान अब भी चालू है। गत कुछ ही वर्षों में सुन्दर 'मोनास्टूल ब्लू' का आविष्कार हुआ है और उसकी मरधना भी मालूम हो गयी है। इसमें मबद्ध अनेक बहुमूल्य रंग पदार्थ मिलने भी लगे हैं। १९४० ई० में केवल ब्रिटेन में ६५ करोड़ पाउंड मूल्य के रजक पदार्थों का उत्पादन हुआ था। इस तथ्य से इस उद्योग के वर्तमान परिमाण का अन्दाज लगाया जा सकता है।

**परिरूपण**—वस्त्रोद्योग के विकास में नये-नये प्रभाव उत्पन्न करने तथा नयी समस्याओं के समाधान के लिए वैज्ञानिक रीतियों और साधनों के प्रयोग की सदा आवश्यकता रहती है। वस्त्रतन्तुओं को व्यवहार एव अलंकार के लिए तैयार करने में विरंजन तथा रंगाई के अलावा भी कुछ और करना पड़ता है, इसी के लिए 'परिरूपण' अर्थात् 'फिनिशिंग' शब्द का प्रयोग किया जाता है, जिसके अन्तर्गत वस्त्र की शोभा, स्पर्श, घनता, उसकी सतह की प्रकृति तथा अन्य गुणों के परिवर्तन-संशोधन की सभी प्रक्रियाएँ शामिल होती हैं।

सूती वस्त्रों के परिरूपण की सबसे महत्वपूर्ण विधाओं में 'मर्सरीकरण' उल्लेखनीय है। इस शब्द का निर्माण लकाशायर के वस्त्र छपाई करनेवाले एक रसायनज्ञ जॉन मर्मेर के नाम पर हुआ था। मर्सरीकरण की अपनी पुस्तक में श्री जे० टी० मार्श ने लिखा है—“मर्सरीकरण विधा मर्मेर द्वारा उन पदार्थों के अध्ययन से निकली जो जल के साथ रासायनिकतः संयुक्त होकर निश्चित हाइड्रेटों के रूप में विलीन रहते हैं। १८४२-४४ की कालावधि में अक्सर वे विभिन्न साधनोंवाले विलयनों द्वारा प्रदर्शित स्थानता तथा चलिष्णुता के भेदों के सबन्ध में अपने विचारों का विमर्श किया करते थे और इन विलयनों को केशिका नली के द्वारा प्रवेश कराने की बात

सुझाया करते थे, क्योंकि उन्हें यह आशा थी कि उन विलयनों के बहाव का गति-भेद उनके रासायनिक जलीयन (हाइड्रेशन) की मर्यादा के अनुकूल होगा। चूँकि वस्त्र छपाई पर विलयनों की प्रकृति का महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है, इसलिए मर्सर ने एक पदार्थ की विभिन्न प्रवर्ततावाले विलयनों से उत्पन्न प्रभावभेदों की जाँच के लिए अनेक संपरीक्षाएँ की। घीमी प्रभाजन छनाई के द्वारा मर्सर ने विभिन्न हाइड्रेटों के आशिक पृथक्करण की बात भी मोची। इसी छनाई क्रम में सोडियम हाइड्रासोसाइड के विलयनों को सूती कपड़ों से छानना पड़ा।”

इस उपचार के फल का वर्णन करते हुए स्वयं मर्सर ने लिखा है—“मैंने देखा कि छाननेवाले कपड़े में अस-धारण परिवर्तन हो गया और वह अर्ध-भारदर्शक हो गया था तथा लम्बाई और चौड़ाई दोनों ओर से सिकुड़ तथा फूलकर मोटा (फुल्ल) हो गया था।”

ये अवलोकन १८४४ ई० में किये गये थे लेकिन मर्सर ने ‘फुल्ल’ कपड़े सबन्धी अपनी संपरीक्षाएँ फिर १८५० ई० के पूर्व नहीं की। १८५१ ई० की अन्तर्राष्ट्रीय प्रदर्शनी में इस नयी विधा से उपचारित वस्त्रों के नमूने भी प्रदर्शित किये गये लेकिन कोई सफल वाणिज्यिक उत्पादन सम्भव न हुआ। कदाचिन् उस समय सोडियम हाइड्रासोसाइड की महंगाई के कारण ही ऐसा न हो सका। मर्सर द्वारा अवलोकित कपड़े की सिकुड़न का उपयोग, दहक्षार के प्रयोग से श्रेय प्रभाव उत्पन्न करने में किया गया। अगले ३०-४० वर्षों में यह श्रेय बड़ा लोक-प्रिय हुआ।

मर्सरीकरण से कपास के भूत एव वस्त्र में अन्य बहुमूल्य परिवर्तन उत्पन्न होने देखे गये थे। आतननसामर्थ्य<sup>१</sup> खूब बढ़ जाता था तथा रजकों के लिए बन्धुता (एफिनिटी) भी। ये दोनों गुण वर्तमान वस्त्रोपचार में बड़े महत्त्व के हैं, लेकिन आजकल मर्सरीकरण का प्रयोग विशेषतः कपड़े की रेशमी चमक और स्पर्श बढ़ाने के लिए किया जाता है। यह उल्लेखनीय बात है कि मर्सर ने इन प्रभावों का अनुभव नहीं किया था। १८९९ में मैनचेस्टर के एक युवक रसायनज्ञ, होरेम ए० लो ने यह देखा कि मर्सरीकरण के समय वस्त्र पर थोड़ा तनाव देने से उसकी रेशमी चमक बहुत बढ़ जाती थी। वस्त्र उद्योग में यह अवलोकन एक बड़ा महत्त्वपूर्ण आविष्कार सिद्ध हुआ जिसका एकमात्र श्रेय लो को है। स्वयं लो ने भी इसकी महत्ता जान ली थी लेकिन अधिक चमक के लिए इस विधा को उद्योग द्वारा स्वीकार कराने में वह सफल न

<sup>१</sup> Tensile strength

हो सके फलतः उनका पेटेंट १८९३ में समाप्त हो गया। वस्त्र की चमक के लिए मंरीकरण विद्या का सफल विदोहन (एक्सप्लायटेशन) क्रेफेल्ड के सर्वथी टामस तथा प्रिवोस्ट ने किया। उन्होंने दहशार की मिक्चर्ड क्रिया से मूत की लम्बाई की हानि रोकने के प्रयत्न में स्वतंत्र रूप में इस चमक-प्रभाव का आविष्कार किया था। यह एक ऐसा दृष्टान्त है जिसमें एक महत्त्वपूर्ण वैज्ञानिक योगदान के मूल्य को औद्योगिकों ने न जाना और एक महान् अवसर विफल हो गया। यद्यपि पेटेंट की समाप्ति से स्वामित्व-अधिकार भी समाप्त हो गया लेकिन एक वैज्ञानिक अनुसन्धान से कपास तथा अन्य मेलुलोज सूत एवं वस्त्रों का सुशोभन संभव हुआ।

अन्य परिष्करण विधाओं में बहुत से पदार्थों की आवश्यकता होती है, जिनके ठीक-ठीक प्रयोग से वस्त्रों में अनेक वाछनीय गुण उत्पन्न होते हैं। डा० सी० जे० टी० क्रॉन्ड ने लिखा है कि यद्यपि वस्त्रविधायन में रंगाई के लिए रजको के रूप में कार्बनिक रसायन के नवीनतम यौगिकों का प्रयोग किया गया है, फिर भी उनके परिष्करण की अन्य विधाओं के लिए अभी हाल तक युगों से चले आ रहे केवल गोंद और स्टार्च, तेल और घसा तथा चीनी मिट्टी जैसे खनिजों पर ही निर्भर रहना पड़ा है। लेकिन आज स्थिति सर्वथा भिन्न है और रजकनिर्माण के माध्यम से अनेक सहायक पदार्थों का उत्पादन होने लगा है और इन सहायक पदार्थों में से बहुत से तो रजको से कम महत्त्व के नहीं माने जाते। नये-नये विमलनकारक तथा आर्द्रणकारक, वस्त्रों की मुलायमियत तथा बजावा गुण (ड्रेपिंग क्वालिटी) बढ़ानेवाले पदार्थ और जल-रोधन तथा पायमन एवं सज्जीकरण (साइजिंग) और असज्जीकरण करने वाली वस्तुएँ बड़ी भारी सख्या में उत्पन्न होने लगी हैं। इन पदार्थों का यह विद्यालय समूह आज की नवीन रासायनिक सफलता का मुख्य स्रोतक है। यह कार्य समुक्त राज्य अमेरिका के मेनेक्टेडी स्थित 'जेनरल एलेक्ट्रिक कंपनी' के डा० इविंग लैंगम्योर के आधारभूत अन्वेषणों से संभव हुआ है। डा० क्रॉन्ड ने इसका भी दिग्दर्शन कराया है। कुछ ऐसे तेल होते हैं जो जल-तल पर छोड़े जाने पर नहीं फैलते। उन हाइड्रो-कार्बनों का भी व्यवहार इसी प्रकार का होता है, जिनके अणुओं में कार्बन परमाणुओं की श्रृंखला होती है और जिनमें केवल हाइड्रोजन के परमाणु जुड़े रहते हैं। लेकिन अगर इस श्रृंखला के एक हाइड्रोजन परमाणु के स्थान पर कोई विलयनीकर्ता वर्ग जोड़ दिया जाय तो प्राप्त पदार्थ जल-तल पर बराबर फैल जायगा। इस प्रकार ओलिक अथवा स्टियरिक अम्लों का भी जल-तल पर एक बराबर स्तर बन सकता है। लैंगम्योर ने यह प्रदर्शित किया कि ऐसे स्तर केवल एक अणु मोटे होते हैं। इनके तलतनाव

का अध्ययन करके यह भी सिद्ध किया गया कि इन एक-आणविक स्तरों अपना क्षिल्लियों में सभी अणु एक निश्चित रूप से स्थान ग्रहण करते हैं अथवा अनुस्थापित (ओरियण्टेड) होते हैं, तथा इनका विलयनीकर्ता वर्ग जल-तल की ओर रहता है और ये सीधे-सीधे खड़े हो जाते हैं।

इन अणुओं में एक ध्रुवीय (पोलर) अर्थात् जलप्रिय (हाइड्रोफिलिक) वर्ग और दूसरा अध्रुवीय (नान-पोलर) अर्थात् जलरोधी (हाइड्रोफोबिक) वर्ग होता है और इसी कारण से इनकी दोहरी प्रकृति होती है। विलयनीकर्ता अथवा ध्रुवीय वर्ग को जल की ओर खींचने और इस प्रकार उसमें तेल को विलीन करने की प्रवृत्ति का प्रतिमतुलन (काउण्टर-बैलेन्स) अध्रुवीय वर्ग के अपकर्षण से होता है। यदि विलयनीकर्ता वर्ग अधिक ध्रुवीय हुआ तो अणु सचमुच जल के अन्दर ग्विच जाते हैं और उनका बण्डल अर्थात् इलेपिका (मिसेल्स) बन जाती है। इन इलेपिकाओं में ध्रुवीय वर्ग जलप्रिय होने के कारण उसकी ओर यानी जल से स्पर्श करते हैं, जब कि जलविरोधी अध्रुवीय वर्ग उससे बचने के लिए अन्दर की ओर रहते हैं।

लैग्मोर के आधारभूत अन्वेषणों से इन लम्बी शृंखलावाले विद्युदश्यों के व्यावहारिक प्रयोग का उत्तम स्पष्टीकरण हुआ है। इस प्रकार यह सिद्ध होता है कि साबुन तथा अन्य सबद्ध पदार्थों का पायसन प्रभाव उनमें तेलप्रिय अध्रुवीय कड़ी के साथ जलप्रिय ध्रुवीय वर्ग जुड़े रहने के कारण ही होता है। यदि केवल तेल और पानी को मिलाकर हिलाया जाय तो वे अस्थायी रूप से एक में मिल जाते हैं लेकिन कुछ क्षण के लिए छोड़ दिये जाने पर वे दोनों फिर अलग-अलग हो जाते हैं। किन्तु अगर उनके साथ इन लम्बी शृंखलावाले विद्युदश्यों यानी पायसनकर्ताओं की थोड़ी मात्रा मिला दी जाय तो जल और तेल का एक स्थायी आलम्ब अथवा पायस तैयार हो जाता है। ये लम्बी शृंखलावाले विद्युदश्य<sup>१</sup> जल और तेल के बीच की कड़ी का काम करते हैं, तथा एक समाग<sup>२</sup> मिश्रण में उनके सह-अस्तित्व को स्थायी बनाते हैं।

इन पदार्थों की आद्रणक्रिया का भी इसी आधार पर स्पष्टीकरण किया जा सकता है। इनकी लंबी शृंखला स्नेही पदार्थों की ओर आकृष्ट होती है, जब कि ध्रुवीय वर्ग का अपकर्षण आद्रण के लिए प्रयुक्त होनेवाले विलयन के जल की ओर होता है।

लम्बी शृंखला के विद्युदश्यों की अपक्षालन क्रिया<sup>३</sup> भी बड़ी महत्वपूर्ण है। इसमें भी प्रथम प्रभाव तो पायसन तथा आद्रण की क्रिया के समान ही होता है; परन्तु

<sup>१</sup> Electrols<sup>२</sup> Homogeneous<sup>३</sup> Detergent action

सम्पूर्ण अपक्षालन क्रिया में कई अन्य कारक भी काम करते हैं, जिनके बारे में अभी पूरा ज्ञान प्राप्त नहीं हो पाया है। वस्त्रों के धोने अथवा विलयन के लिए इनमें से बहुतों का व्यावहारिक प्रयोग भी किया जाने लगा है, और इन कार्यों के लिए इनके प्रयोग में साबुन की अपेक्षा कई अन्य लाभ भी हैं। ये विशेष रूप से कार्यक्षम होते हैं और अपेक्षा-वृत्त इनकी बहुत थोड़ी मात्रा आवश्यक होती है। कठोर जल के साथ साबुन का प्रयोग अव्यावहारिक होता है क्योंकि कैल्शियम और मैग्नीशियम साबुनों का अवशोषण हो जाता है जिससे बड़ा चिपकाऊ मलफेन (स्कम) बन जाता है। लेकिन ये आधुनिक अपक्षालक ऐसे जल के साथ भी बड़ी कुशलतापूर्वक प्रयुक्त किये जा सकते हैं, क्योंकि इनके सवादी कैल्शियम और मैग्नीशियम लवण जलविघ्न होते हैं तथा बड़ी मरलता से विक्षेपित होते हैं। वे तो अम्लविलयनों के साथ भी इस्तेमाल किये जा सकते हैं क्योंकि सवादी अम्ल भी जलविघ्न होते हैं।

इस प्रकार प्रत्यक्षतः अमयद्ध क्षेत्रों में किये गये वैज्ञानिक अनुसन्धान के फल-स्वरूप ऐसे पदार्थों के आविष्कार हुए हैं, जिनके द्वारा दो महत्त्वपूर्ण बातें प्राप्त अपरि-वर्तित रूप में चले आ रहे साबुनों का मरलता में विस्तारान हो गया, या कम से कम बहुत हद तक उनकी अनुपूर्ति हुई। कुछ बातों में तो वे निमज्ज साबुनों से कहीं बड़-कर कार्यक्षम होते हैं।

## विस्फोटक

(पहले के संस्करणों से विन्चिन् मसोधन सहित पुनर्मुद्रित)

शान्तिशान्तिन कुछ रोचक औद्योगिक घटनाओं की मक्षिण समीक्षा कर लेने के बाद कुछ मुख्य युद्धोद्योगों की चर्चा करना भी आवश्यक है। विन्फोटकों की उत्पादन रीतियाँ कोलताररजक बनाने की रीतियों से इतनी अधिक मिलती-जुलती हैं कि सपत्नों में कोई विशेष संशोधन किये बिना ही रजक-उत्पादक युद्धोद्योग में पूरी तरह रत हो सकता है। तेरहवीं शताब्दी में रोबर बेकन ने 'प्लिम् फुल्मिनान्स' का आविष्कार किया, कोलेन के मित्र, स्वार्ज ने चौदहवीं शताब्दी में बन्दूक और गन पाउडर बनाये, तथा सोलहवीं शताब्दी में जहाजों में सर्वप्रथम तोनों का प्रयोग किया गया, यही इस दिशा की पूर्वकालीन प्रगति हैं। उनके बाद उन्नीसवीं शताब्दी तक विस्फोटक उद्योग में कोई विशेष विकास नहीं हुआ। इतना अवश्य है कि उभय समय युद्ध की अपेक्षा छोटाई एवं इंजीनियरी प्रयोजनों के लिए विस्फोटकों की अधिक आव-

श्वक्ता थी। यहाँ हमारा उद्देश्य वैज्ञानिक गतिविधियों की नैतिकता मिट करने का नहीं है, केवल हम यह दर्शाना चाहते हैं कि विज्ञान ने किमी उद्योग के निमित्त क्या किया है।

कोई विस्फोटक यौगिक अथवा मिश्रण बड़ी शीघ्रता से ऊष्मक्षेपकता<sup>१</sup> ऐसे गैसीय पदार्थों में परिवर्तित हो जाता है, जो विस्फोट के उच्च ताप और साधारण दबाव पर मूल यौगिक या मिश्रण की अपेक्षा अत्यधिक आयतन यानी स्थान घेरते हैं। गैस के संहता प्रसार से जो भीषण दबाव उत्पन्न होता है, उसी में विस्फोट की प्रबल शक्ति निहित होती है। इसी सिद्धान्त पर ऐसे गुणवाले पदार्थों की विस्फोटक प्रकृति का उपयोग किया गया है। उदाहरण के लिए ट्राइनाइट्रो टॉलुइन (टी० एन० टी०) को लीजिए। इसका विस्फोट करना कोई सरल काम नहीं है, क्योंकि यह अपेक्षाकृत एक स्थायी पदार्थ है। परन्तु इसके गुणों के अध्ययन एवं फिजिकल अम्ल तथा रिफ्रेक्टो में, जो समान संरचना एवं विस्फोटक गुणवाले पदार्थ हैं, उसकी तुलना करके यह अनुमान किया गया है कि उस पर थोटा मारकर उसे प्रस्फोटित किया जा सकता है। रसायनज्ञों, भौतिकीविदों तथा इंजीनियरों की सक्रियता के फलस्वरूप टी० एन० टी० आज सर्वाधिक प्रयुक्त विस्फोटक बन गया है। इसके पूर्व रोजर बैकन का चार-कोल, गन्धक और नाइट्र-मिश्रित काला चूर्ण (ब्लैक पाउडर) ही शताब्दियों तक एकमात्र विस्फोटक बना रहा। यह बड़ी शीघ्रता से जल उठता है किन्तु इसकी शक्ति बहुत कम होती है।

आधुनिक विस्फोटकों के जनक, एल्फ्रेड नोबेल ने ऐसे साधन निराने जो प्रस्फोटन (डिटोनेटिंग) प्रकृतिवाले प्रबल विस्फोटकों को दगाने के काम में आने थे। ऐसे पदार्थ उपग्रामक (इनीशियेटर) कहलाते हैं। उन्होंने देखा कि पारद, नाइट्रिक अम्ल और इथिल ऐलकांहाल से बननेवाला मर्करी फ्लोमिनेट केवल एक चिनगारी मात्र में विस्फोटित हो उठता है। अतः उन्होंने सोचा कि यह प्रबल विस्फोटकों की बड़ी बड़ी मात्राओं के प्रस्फोटन का उपक्रमण भी कर सकता है। साथ अथवा आर्गुमिनियम कैम्पूल में धन्य उपग्रामक विस्फोटकों को प्रस्फोटक कहा जाता है। विस्फोटन तथा उत्स्फोटन (एलास्टिक) वर्तमानों के विकास में इन उपग्रामकों ने मुख्य काम किया है। गत कुछ वर्षों से मर्करी फ्लोमिनेट के स्थान पर सीम ऐंजाइड प्रयुक्त होने लगा है।

१८३२ में ब्रैकोनॉट ने वाष्पशक्तियों पर नाइट्रिक अम्ल की थिया में एक विस्फो-

<sup>१</sup> Exothermically

टक पदार्थ बनाया, और १८२५ में शोनवीन ने कपास को सल्फ्यूरिक और नाइट्रिक अम्लों से उपचारित करके 'गन-काटन' तैयार किया। यद्यपि अन्य देशों में भी इसका निर्माण प्रारम्भ किया गया लेकिन सफल नहीं हुआ, क्योंकि निम्न वस्तु अत्यन्त अस्थायी होने के कारण बड़ी भयावह थी। उचित विद्या के विविध पदों का ठीक ठीक अनुमरण न करना ही मुख्यतः इस असफलता का कारण था। सर फ्रेड्रिक ऐवेल ने बताया कि न केवल प्रारम्भिक पदार्थ अर्थात् क्षेप्य कपास को सावधानी से चुनने की आवश्यकता है, बल्कि नाइट्रेशन के बाद उसे अच्छी तरह जल से धोना भी बड़ा महत्वपूर्ण काम है। शोनवीन के गन-काटन के अस्थायित्व का मुख्य कारण उसमें स्वतन्त्र अम्लों की उपस्थिति थी। अपकेन्द्र (सेन्ट्रोफ्यूगल) शोषको तथा कागज की लुआदी दाने-वाली मशीनों के प्रयोग में नाइट्रोकाटन को बिलग करने और धोने में बड़ी सुविधा हो गयी, तथा काफी निरापद पदार्थ प्राप्त किया जाने लगा।

भूमिस्य (सबटरेनियन) एवं समुद्रान्तर (सबमेरीन) विस्फोटों (माइन्स) तथा नौधिन्यों (टारपीडों) की भराई (फिलिंग) जैसे सैनिक प्रयोजनों के लिए गन-काटन का प्रयोग किया जाता है। इसका सबसे बड़ा लाभ यह है कि गोली अवस्था में भी इसका विस्फोट किया जा सकता है, और गीला पदार्थ प्रयोग करने तथा सग्रहण एवं परिवहन के लिए निरापद होता है। शुष्क अवस्था में मर्करी फॉस्फिनेट प्रयमक (प्राइमर) से विस्फोट किया जाता है, जब कि गीली दशा में गनकाटन प्रयमक के रूप में प्रयुक्त होता है।

गनकाटन का एक प्रणोदी (प्रोपेलेंट) के रूप में इस्तेमाल करने का भी प्रयत्न किया गया था किन्तु सफलता नहीं मिली, क्योंकि उसका विस्फोटन बड़ा द्रुत, भीषण एवं अनिश्चित होता था। कुछ द्रवों से इसका जलैटिनीकरण करके इसे साध्य करने का प्रयत्न सफल हुआ। यही पदार्थ बाल्टर एफ० रीड तथा वीले का धूमरहित चूर्ण (स्मॉकलेस पाउडर) था। इस दिशा में सबसे विद्विष्ट फल ऐल्फ्रेड नोबेल ने प्राप्त किया, उन्होंने गनकाटन और नाइट्रोग्लिसरीन को एसिटोन में विलीन करके प्राप्त विलयन को उद्घाटित किया, जिसमें उपर्युक्त दोनों पदार्थों का समागम मिश्रण तैयार हो सका। इस रीति को और विकसित करके गनकाटन, नाइट्रोग्लिसरीन और मिनरलजेली की अल्प मात्रा को एसिटोन में मिश्राने में प्राप्त लेपी को एक जेट में से निकालने से एक अक्वण्ड रज्जु तैयार हो जाती है जो सूखने पर तंतु का रूप धारण कर लेती है। इसी को 'कार्डाइट' कहते हैं जो छोटे-बड़े अनेक प्रकार के अन्याम्यों में प्रणोदी विस्फोटक का काम करता है। आजकल मिनरलजेली के स्थान पर अन्य सयनकर्ता (माइरेण्ट्स) प्रयुक्त होने लगे हैं।



गुरु धानुओं के ऐंजाइड तैयार करने के लिए उनके विलयनों में सोडियम ऐंजाइड लवण क्षारीय ऐंजाइड डालकर अवशोषण किया जाता है। इसी प्रकार विभिन्न पूर्वावधानों सहित सोल्टएमिटेड के तनु विलयन में सोडियम ऐंजाइड का क्षीय विलयन छोड़कर सीस ऐंजाइड बनाया जाता है, जो मर्करी फ्लुओरेट से अधिक कार्यक्षम किन्तु उसमें कम सुझाही होता है। इसी लिए मर्करी फ्लुओरेट के स्थान पर अब सोल्टऐंजाइड अधिक प्रयुक्त होने लगा है।

१८४७ ई० में सोबेरो ने नाइट्रोग्लिसरीन का आविष्कार किया था परन्तु इसके विस्फोटक गुणों का उपयोग एल्जेड नॉबेल ने ही किया। नाइट्रोग्लिसरीन एक भारी तैलीय द्रव है जो ठोकर लगने अथवा तेज चोट मारे जाने या सहसा गरम किये जाने पर बड़े भयंकर रूप से प्रस्फोटित होता है। अपने इन सहज गुणों के कारण यह पदार्थ मूल रूप में आजकल बहुत कम इस्तेमाल होता है और केवल गुरु सड़न कुछ निष्क्रिय पदार्थों को समाविष्ट करके अधिक निरापद बना दिया जाता है। इसी को 'डायनामाइट' कहते हैं। यद्यपि इस रूप में भी यह सर्वथा निरापद नहीं होता फिर भी अपनी स्वतंत्र अवस्था से तो वही अधिक सुरक्षापूर्ण हो जाता है। कोलोडियन काटन के साथ नाइट्रोग्लिसरीन समाविष्ट करके 'ब्लास्टिंग जिलेटिन' बनाया जाता है; इसकी विस्फोटक शक्ति डायनामाइट से वही अधिक होती है। जिलेटिनाइज्ड नाइट्रोग्लिसरीन को नाइट्र, काष्कधूम और तनिक मोटा के साथ मिलाने से 'जिलेटिन डायनामाइट' तैयार होता है, यह भी एक उपयोगी उत्स्फोटनकर्ता है। इन वर्गों के विस्फोटकों का विकास विशेष रूप से नॉबेल की 'एकमप्लोमिब कम्पनी' द्वारा किया गया था। यह कम्पनी अब 'इम्पीरियल केमिकल इण्डस्ट्रीज लि०' में समाविष्ट हो गयी है। इन विस्फोटकों का प्रयोग खानों की खोदाई, पाषाण-खनन अथवा सिविल इंजीनियरी के कामों में होता है। पेड़ गिराने, फलोद्यानों में भूमि तोड़ने में भी विस्फोटकों का प्रयोग किया जाता है, जिससे जड़ों की थोड़ी स्वतंत्रता तथा वायु मिल जानी और उनका जीवनकाल दृढ़ जाता है।

बम के गोले उड़ानेवाले पदार्थों के सर्वप्रथम प्रयोग का श्रेय किसी एक व्यक्ति को देना कठिन है। उनमें से सबसे पुराना पदार्थ पित्रिक अम्ल है जिसका आविष्कार १७९९ में बेल्तर ने किया था तथा फिनॉल की व्युत्पत्ति के रूप में इसकी प्रवृत्ति का प्रकाशन लारेंट ने १८४२ में किया। प्रबल सैनिक विस्फोटकों के रूप में पित्रिक अम्ल से बने पदार्थों का प्रयोग विभिन्न देशों में होता है तथा इन्हें 'लाइडाइट', 'गिमोर्ब' तथा 'मेलिनाइट' की सजा प्राप्त है। इसका सबसे बड़ा दोष यह है कि यदि यह किसी धानु के सम्पर्क में थोड़ी देर तक भी रखा जाय तो इसका बड़ा विस्फोटक एव अति सु-

ग्राही लवण बन जाता है। यह दोष टी० एन० टी० में नहीं पाया जाता। इसका मुड्रो में विपुल प्रयोग होता है। अन्य विस्फोटको द्वारा टी० एन० टी० के प्रतिस्थापन से विस्फोटक शक्ति की हानि होती है परन्तु यह हानि अनेक अन्य लाभों से प्रतिसंतुलित हो जाती है। इसका प्रयोग अकेले अथवा अलुमिनियम चूर्ण एवं अमोनियम न इट्रेट जैसे पदार्थों के साथ मिलाकर किया जाता है। ऐसे मिश्रण को 'ऐमोनल' कहते हैं, यह निरापद होने के साथ साथ बड़ा ही शक्तिशाली विस्फोटक है।

हेक्जानाइट्रो फिनिल ऐमीन भी एक प्रबल विस्फोटक है, इसमें टी० एन० टी० की दोन्नी मात्रा मिलाकर इसका प्रयोग बमों में किया जाता है। यह एक स्थायी चूर्ण है और इसका द्रवणांक २३८° है। शक्ति और सुग्राह्यता में यह पिक्रिक अम्ल के समान है, यहाँ तक कि धातुओं के सम्पर्क में सुग्राही लवण बनाने का दोष भी इसमें है।

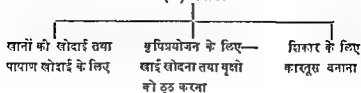
गत कुछ वर्षों के अन्दर प्रयोगशाला में तैयार किये गये पेण्टाइट्रिथ्रिटॉल टेट्रा-नइट्रेट तथा साइक्लोट्राइमिथिलीन ट्राइनाइट्रामीन भी अब बम-पूरकों के रूप में बड़े पैमाने पर प्रयुक्त होने लगे हैं।

ऐसा लगता है कि विस्फोटकों के भौतिक प्रयोग पर आवश्यकता में अधिक जोर दिया गया है, युद्ध कोई उद्योग नहीं होता। संभवतः विस्फोटकों के शान्तिकालीन उपयोगों से उनके उद्योग को अधिक लाभ हुआ है। निस्संदेह नाइट्रोग्लिसरीन का आविष्कार तथा आधुनिक उत्स्फोटक विस्फोटों में उसके वैज्ञानिकतया नियंत्रित प्रयोग से गत शताब्दी के वैज्ञानिक विकास तथा औद्योगिक क्रान्ति में महती शक्ति प्राप्त हुई है। नये विस्फोटक कारतूसों की सुग्राह्य संपुटित शक्ति (पॉटेंड-पावर) ने खनन एवं पापान-खनन की पुरानी रीतियों को अत्यधिक प्रवेगित किया, जिससे सत्तार भर में व्यापक विकास का उद्बोधन हुआ।

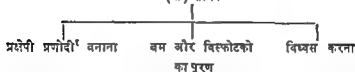
यह ठीक ही कहा जाता है कि विस्फोटकों के बिना राजपथ, रेलवे, नहर, सुरंग तथा जलमक्रम बनाने और जलमार्गों को गहरा करने, नौवहन की रुकावटों को हटाने अथवा के प्रद्रावण (स्मेल्टिंग), कंकरीट भवनों की रचना, कृतकाष्ठ (कट-ओवर) तथा पयरीली भूमि को साफ करने, दलदलों को उपादेय बनाने और मछों के निरसन इत्यादि में महती कठिनाई का सामना करना पड़ता। यह बताने की विशेष आवश्यकता नहीं कि उपर्युक्त सभी बातें आधुनिक सभ्यता के परमावश्यक अंग हैं।

निम्नलिखित सारणी से विस्फोटकों के विविध प्रयोगों की एक शलक प्राप्त की जा सकती है—

## (क) अर्सेनिक



## (ख) सैनिक



यह सम्पूर्ण उद्योग विज्ञान पर ही आधारित है तथा प्रशिक्षित वैज्ञानिकों द्वारा इसका नियंत्रण होना चाहिए। असाधारण पूर्वोपायों के बावजूद भी इस उद्योग ने मानवजीवन की बलि ली है। परन्तु बिना विज्ञान के वह बलि भयंकर रूप से विशाल होती। और यह भी निश्चित है कि ज्ञान की जिज्ञासा, संपरीक्षा करने की प्रबल इच्छा तथा प्राप्त ज्ञान के प्रयोग की शक्ति के बिना कोई उद्योग टिक ही नहीं सकता।

## ग्रंथसूची

- BRUNSWIG, H. : *Explosivstoffe*. J. A. Barth.  
 BRUNSWIG, H. : *Explosives* John Wiley & Sons, Inc.  
 FARMER, R. C. : *Manufacture and Uses of Explosives*. Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd.  
 MARSHALL, A. : *Explosives, History and Manufacture* J. & A. Churchill Ltd.  
 NAOUM, P. : *Nitroglycerin und Nitroglycerinsprengstoffe Dynamite*. Julius Springer  
 NAOUM, P. AND SYMMES, E. M. : *Nitroglycerine and Nitroglycerine Explosives*. Baillière, Tindall & Cox, Ltd.

<sup>१</sup> Projective Propellants

## अध्याय ९

### वस्त्रोद्योग

सेलुलोज, सेलुलायड और रेयान

### वस्त्रोद्योग

(स्वर्गीय) जे० एच० लेस्टर, एम० एम सी० (बिबट), एफ० टी० आई०,  
एफ० आर० आई० सी०

ऐसे विषयो के प्रतिपादन का पुराना ढंग तो यह है कि रामायनिक अन्वेषण, उद्भवों और आविष्कारों के ऐसे दृष्टान्त उपस्थित किये जाय जिनके द्वारा उद्योग-विशेष की प्रगति और विकास हुआ हो तथा जिसने उसकी सीमा का विस्तार करके उसकी कार्य-विधाओं में उन्नति की हो और नूतन तथा अधिक उत्तम वस्तुओं का उत्पादन किया हो। इस क्रम में आविष्कारों के आधारभूत वैज्ञानिक आरम्भ एवं उद्योग से उनके सन्ध और उसकी अन्तिम वाणिज्यिक सफलता का उल्लेख किया जाता है। परन्तु ऐसा करने में पवित्र के समय में लेकर आज तक के रजको की कथा अथवा स्वान एवं कार्डीनेट के काल से लेकर आधुनिक महीन और चमकदार वस्त्रों की कहानी फिर से दोहरानी पड़ेगी तथा उन अनेक आविष्कारों का पुनः वर्णन करना पड़ेगा, जिन्हें ने मनुष्य को सम्बृद्धगाली बनाने और लाभान्वित करने के माय-माय कभी-कभी मानवता को लाछित और पददलित भी किया है। लेकिन ऐसी गायाएँ पहले ही इनकी बृहत् है कि अब उनमें और वृद्धि करना अथवा उन्हें समुन्नत करना अधिक संभव नहीं है। वस्त्रोद्योग में रसायनविज्ञान के प्रयोग के सन्ध में उनके दुरुपयोग तथा पिछ्वमक प्रयोजनों के लिए उनके इस्तेमाल का भी प्रश्न नहीं उठता, जिनमें उनका औचित्य मिट्ट किया जाय अथवा भर्त्सना की जाय।

इस अध्याय के प्रस्तुत शीर्षक के कारण भी इसकी प्रतिपादन शैली भिन्न है क्योंकि

‘वस्त्रोद्योग पर रसायन का प्रभाव’ शीर्षक के अन्तर्गत तो अवश्य ही कुछ उपर्युक्त ढंग की चीज लिखनी पड़ती। इस समय तो हमें विषय का बाह्य नहीं अन्तर दर्शन करना पड़ेगा। इस दृष्टिकोण से हम मानवता के कल्याणकर्ता के रूप में रसायनज्ञों का यशोगान करने के बजाय विषय के अन्दर से ही उनकी कुछ नवीन प्रगतियों की ओर दृष्टिपात करेंगे। यद्यपि यह सत्य है कि रसायनज्ञ का काम मन्दगति एवं श्रमसाध्य है, परन्तु अत्यन्त रोचक और प्रायः उत्तेजक होता है। वह उस शिल्पी की भाँति है, जो कुछ सोचता है फिर एक स्थूल योजना बनाता है, उसका विस्तार करता है, उसमें काट-छाट करता है और कभी-कभी उसे रद्दी की टोकरी में डालकर फिर नये सिरे से सोचना प्रारम्भ करता है और सब तक सतुष्ट नहीं होता जब तक उसका भवन बनकर खड़ा नहीं हो जाता और लोग देखकर उसकी प्रशंसा नहीं करते।

कभी-कभी साधारण दैनिक कार्य करनेवाले रसायनज्ञ समझते हैं कि रसायन का यश प्रचार करनेवाले अत्युक्ति करते हैं और शायद औरो से अधिक एक वस्त्र रसायनज्ञ मर्सरीयन विधा के आविष्कारक से ईर्ष्या करते समय यह भूल जाता है कि वह आविष्कार सयोग और सौभाग्य की बात थी और स्वयं रसायन को उसका विशेष श्रेय नहीं है। उस इक्कीस वर्षीय नवयुवक आविष्कर्ता ने सूती कपड़े को रेगमी बनाने का प्रयत्न भी नहीं किया था और न उसको यह आशा थी कि दहक्षार उपचार से ऐसा कोई प्रभाव उत्पन्न हो सकता है, क्योंकि स्वयं मर्सर ने यह बताया था कि इस उपचार से केप-जैसा मन्द रूप उत्पन्न होता है। यह उसका सौभाग्य ही था कि उसने यह देख लिया कि सूती वस्त्र को तानकर दहक्षार से उपचारित करने के बाद घोने से उसमें रेगमी चमक आ जाती है। इस प्रकार के सूक्ष्म अवलोकन और तत्प्राकृतिक छोटी छोटी बातों पर ध्यान देने से अनेक ऐसी वस्त्रविधाओं की उत्पत्ति हुई है जिनसे कालान्तर में बहुमूल्य वाणिज्यिक फल प्राप्त हुए।

उपर्युक्त सदर्भ से ऐसा लग सकता है कि मर्सरीयन के उद्भव अथवा उसके उद्भावक की खिल्ली उड़ायी जा रही हो, किन्तु ऐसी बात कदापि नहीं है। यह प्रायः निश्चित है कि युवक होरेस लो ने मर्सर के इस अनुभव की पृष्ठभूमि में, कि दहमोडा के उपचार से सूती कपड़ा सिकुड़ जाता है तथा रगई के लिए उसकी उपयोगिता बढ जाती है, यह सोचा कि इस उपचार को दूसरे ढंग से करने से कपड़े पर दूगरे नये प्रभाव भी उत्पन्न किये जा सकते हैं। और कदाचित् वह भी उसी प्रकार का आचरण करता जैसा आधुनिक रसायनज्ञ करते हैं। शायद दहमोडा के स्थान पर दह पाँटान इस्तेमाल करता, जलीय क्षार के बजाय उमका एल्कोहालीय विलयन प्रयोग करता, ऊँचे-नीचे ताप और सांद्रण का प्रभाव जाचता और ‘तीर नहीं तुफान’ वाली पुरानी

अनुभवजन्य रीति का अनुसरण करता तथा ऊँचे सपीड का प्रयोग करता। फिर यदि उसमें सतोष न होता तो सपीडन की जगह प्रसारण का प्रयोग करके कोई नया प्रभाव उत्पन्न करने की कोशिश करता। सचमुच उसने प्रसारण का प्रयोग किया और उसे आशातीत फल भी प्राप्त हुआ।

यह तो हुई अटकलवाजी वाली बात, लेकिन 'मसंराइजेसन' शीर्षक अपनी पुस्तक में जे० टी० मार्श ने जो सुनिश्चित तथ्य वर्णन किये हैं वे भी उल्लेखनीय हैं। लो ने स्वयं कहा है कि "मेरा कार्य ममर के कार्यों और अनुभवों पर आधारित है। उनके इस सुझाव से कि प्रबल दह-मोड़ा सूती कपड़ों के रगई-मुणों में परिवर्तन उत्पन्न करता है, मुझे उसके अन्य प्रभावों की जांच करने की प्रेरणा प्राप्त हुई।" 'वार' नामक उनके सहयोगी ने भी यही उल्लेख किया है कि दह सोडा के उपचार से कपड़े की सभाध्य सिकुड़न रोकने के ध्येय से 'लो' ने उसके दोनों सिरों को कस कर तान दिया और तब उस पर दह सोडा लगाया। इसमें सिकुड़न तो बच गयी और साथ ही उसकी चमक इतनी बढ़ गयी कि लो ने मजाक में कहा कि "मैंने सूती कपड़े को रेशमी बना दिया।"

जिस विचारधारा का हम वर्णन कर रहे हैं उससे कदाचित् यह ध्वनित होता है कि हम उन अनुभवजन्य तरीकों का समर्थन एवं प्रशंसा कर रहे हैं, जिनकी शुद्ध अनुसन्धान के पोषकों ने सदा निन्दा की है। सचमुच बात ऐसी है कि महान् आविष्कारों में से बहुत थोड़े ऐसे हैं जो किसी योजनानुसार आदि से अन्त तक सफल सिद्ध हुए हैं और जिनकी संपरीक्षाएँ असफल नहीं हुई अथवा ऐसी स्थिति में नहीं पहुँच गयी जहाँ से आगे बढ़ना नितान्त असम्भव था, फलतः कार्य को एक दम नये सिरे से फिर आरम्भ करना पड़ा। यह बात उन आविष्कारों के बारे में भी, जिनके विकास आदि से अन्त तक तर्कसंगत मालूम पड़ते हैं और उस दृष्टि से जो रसायन विज्ञान के विजय प्रतीक माने जाते हैं, प्रायः उतनी ही सत्य है जितनी सर्वथा अनुभवजन्य माने जानेवाले आविष्कारों के सन्दर्भ में। हम वस्त्र-विज्ञान में 'व्यापक कल्पना शक्ति' के समर्थक हैं तथा यथा-सम्भव तर्कसंगत एवं व्यक्तिगत कार्यविधा की हामी भरते हैं, किन्तु उन सैकड़ों दशाओं में जहाँ प्रत्यक्ष प्रयत्न यानी सीधे रास्ते में वांछित फल प्राप्त नहीं होता वहाँ हमें अन्य मार्गों से यानी ऊपर-ऊपर, आगे-पीछे, ऊपर-नीचे चलकर आगे बढ़ना चाहिए। 'व्यापक कल्पना शक्ति' से हमारा यही तात्पर्य है। जब हमारे सामने अडचनें आती हैं तभी अगर हममें हिम्मत हुई तो हम अज्ञात क्षेत्रों में प्रवेश करने की कोशिश करते हैं और तभी चलने, चलकर गिरने, गिरकर उठने तथा उठकर फिर चलनेवाला मन्त्र अपनाते हैं। कभी-कभी अशफल होने पर रसायनज्ञों के पास इसके अलावा और कोई चारा नहीं होता कि वह आले पर रखी बोतलों को निहारे और यह

सोचे कि तत्स्थित प्रत्येक यौगिक का उसकी मपरीक्षा पर क्या प्रभाव पड़ेगा, या बिना सोचे-समझे किसी एक को उठाकर प्रयोग करने लगे। कुने कण्डों में मृत का निम्न-बना रोक्ने के लिए प्रयुक्त पदार्थों के आविष्कारों के मुँह से सुनी बात है कि एक समय अपने रेज़ीन के लिए उपयुक्त विलायक की खोज में उसने बाले पर से योही एक बोतल उठा ली और उसीसे काम करने लगा। मयोग की बात थी कि वही उनका सर्वोत्तम विलायक था। यह बात आगे चलकर अनेक अन्य विलायकों के प्रयोग के बाद मिट गई।

कुछ रसायनज्ञ अपने कार्य के बारे में क्या विचार करते हैं इसका भी उल्लेख करना चाहिए। इससे हम वहाँ पूर्व किये गये उन आधारभूत अनुसन्धानों को अस्वीकार नहीं करते जो वस्तु रसायन की कुछ विनिष्ट सफलताओं की आधारभूत माने जाते हैं, और न हम उस सफलता का उल्लेख करना चाहते हैं जो एकमात्र अनुभवजन्य रीतियों से ही प्राप्त हुई या जिनमें आधारभूत वैज्ञानिक रसायन कहलाने वाली कोई बात न थी, किन्तु आगे चलकर जिसका बड़ा भारी वाणिज्यिक महत्व हुआ। इसका यह मतलब भी नहीं है कि वैसी सफलता मदा सुनिश्चित एवं प्रगतिशून्य अन्वेषक रसायनज्ञों के बिना ही प्राप्त हो सकती है। सफलता तो विभिन्न परिस्थितियों के समन्वय से प्राप्त हुई थी, उनमें से सर्वप्रथम एवं सर्वप्रमुख व्यक्ति विशेष का उत्साह था, जिसने वहाँ अपने उद्देश्य की पूर्ति में लगाया और ऐसी कोई भी बात न छोड़ी जो शीघ्र अवकाश विज्ञान में उसकी कार्यगति में सहायक हो सकती थी। दूसरी महत्वपूर्ण बात रसायनज्ञों और भौतिकीविदों के उपयुक्त चुनाव, तथा माज-मज्जा के दृष्टेष्ट प्रवर्णन करने की थी। दोष बात कठिन परिश्रम तथा वैज्ञानिक रीतियों की थी। विद्वत्विद्यालयों के विद्यापियों में इन्हीं 'वैज्ञानिक रीतियों' के प्रति विश्वास एवं श्रद्धा उत्पन्न करने की मदा चेष्टा की जाती है। सुनिश्चित तथ्य एवं संपरीक्ष्य फल कभी-कभी ऐसे मिद्धान्त स्थिर करने में बड़ी बाधा उत्पन्न करते हैं जिसमें हम यह वता सकें कि अमुक चीज ऐसे क्यों हुई? इसके विपरीत यदि ऐसा कोई मिद्धान्त स्थिर भी किया गया तो अनुगामी घटनाओं एवं तथ्यों द्वारा उसका निराकरण हो गया। अज्ञान की खोज में क्यों और कैसे के स्पष्टीकरण के प्रयत्न सहायक होने के बजाय बराबर बाधक हुए हैं। परन्तु सौभाग्यवश सर्वदा ऐसा नहीं हुआ करता। जब हम वस्तुचोदोग में रसायन के प्रयोग की बात करने हैं तो हमारा कुछ ऐसी ही बातों में मन्तव्य होता है।

वस्तुचोदोग की ऐसी प्रवृत्ति है कि उसके रसायनज्ञों की समस्याएँ अधिशान्तः भौतिक होती हैं, परन्तु चूँकि भौतिकी की प्रशिक्षा में विशेषतः इजीनियरी का निर्देश

नहीं होता इसलिए रसायन के अनिर्विकृत भौतिकी की अपेक्षा इंजीनियरी की थोड़ी प्रगति होनी चाहिए। फिर भी तन्तु-रचना, सहायों के रूप में कलिलों का प्रयोग तथा रसाई एवं परिवर्तन की अनेक विधाओं को समझने के लिए प्रतिदिन भौतिकी की आवश्यकता पड़ती रहती है। बहुधा मशीनों में रचि तथा उनके ज्ञान अथवा भाप, पानी, विजली के प्रयोग की जानकारी के अभाव में रसायनों की कार्य-सीमा बड़ी सीमित हो जाती है। सम्प्रति इन उद्योग में रासायनिक इंजीनियरी की कमी है और प्रगतिशील भौतिकीविद, तो केवल उन कनिष्ठ बड़ी प्रयोगशालाओं में दिखाई देते हैं जहाँ केवल अनुसन्धान चिन्ते जाते हैं।

यदि हम वस्तुगोचर की सफलता में ममस्त विज्ञान के योगदान की समीक्षा करें तो हमें स्वीकार करना होगा कि मूल अथवा स्वयं को छोड़ स्वयं 'प्राकृतिक तन्तुओं' की उत्पत्ति में रसायन का कार्यभाग चाहे जितना भी महत्वपूर्ण हो, लेकिन है अक्ष-मात्र ही। मचनुच हमारी सम्भावनाएँ बड़ी सीमित हैं, फलतः हमें तन्तुओं की श्लेषिका-रचना (मिनेलर स्ट्रक्चर) को अपरिवर्तित अथवा तनिक मशोषित रूप में ही छोड़ देने के लिए बाध्य होना पड़ता है क्योंकि उनकी इसी रचना पर उनका तनाव सामर्थ्य तथा मुड़ने और लचीलेपन के गुण निर्भर होते हैं। परन्तु कृत्रिम तन्तुओं में ऐसी कोई अवरोधी सीमा नहीं होती। उनकी श्लेषिका-रचना को मशोषित करके उनके तनाव गुण तथा लचीलेपन का नियन्त्रण किया जा सकता है। अतः रसायनज्ञ को कलिल भौतिकी तथा एकन किरणों का प्रयोग अथवा इन विषयों को जाननेवाले कार्यकर्ताओं के सहयोग से कुछ विनिष्ट फल प्राप्त करने के लिए सार्थक प्रयत्न करना चाहिए। हम ऐसे अलखंड कृत्रिम तन्तुओं की बात मोचने हैं जो रेगन, कपास अथवा लिनेन से कहीं उत्तम हों, परन्तु इनके एकन-किरण चित्रा से यह जान पड़ता है कि इस दिशा की सफलता के लिए उनकी रासायनिक रचना की अपेक्षा भौतिक रचना की ओर अधिक ध्यान देने की आवश्यकता है। रेगन-नदग तन्तु की श्लेषिका को बाल्तरिक भाग में समानान्तर, परन्तु उनके चारों ओर प्रत्यानुस्थानिक (डिम ऑरियण्टेड) होना चाहिए। कृत्रिम कपास तन्तुओं में प्राकृतिक कपास के सर्वोत्तम गुण लाने के लिए उसे एक ऐसी स्वर की नष्टी की तरह होना चाहिए जो हवा निकाल देने से खपटी हो गयी हो, लेकिन उस पर कुल्लड तन्तुको (स्प्राइल फिब्रिल) अथवा श्लेषिका का आवरण होना चाहिए। ऐसी रचना तैयार करने में अकेले रसायन विज्ञान सफल नहीं हो सकती बल्कि रसायन एवं भौतिकी दोनों मिलकर इस उद्देश्य की पूर्ति कर सकते हैं।

उद्योग में रसायन का प्रभाव आज भी उन्नी प्रकार बदलता जा रहा है जैसे पूर्व-



गामी २० वर्षों में और इस प्रगति का श्रेय अधिकांशतः सहकारी रिसर्च असोसियेशनों को है। जिस कारखाने का मालिक असोसियेशन का सदस्य होता है, उसका रसायनज्ञ असोसियेशन से किसी प्रकार की जानकारी प्राप्त कर सकता है अथवा उसके द्वारा अर्जित सारभूत ज्ञान का लाभ उठा सकता है। असोसियेशन में ऊन, कपास, रेयान अथवा रेशम के विशिष्ट विभाग होते हैं जो समस्या विशेष का समाधान करते रहते हैं। कारखाने के रसायनज्ञ यदि प्रयोगशाला की साज-सज्जा के अभाव के कारण अथवा कार्याधिक्य के कारण अपनी किसी समस्या का स्वयं हल करने में समय नहीं लगा सकते तो वे असोसियेशन से उनके समाधान के लिए अनुरोध करते हैं। कारखाने के रसायनज्ञ और विशेषतः अनुसन्धानकर्ताओं के सम्मुख निरन्तर ऐसी कठिनाइयाँ उत्पन्न होती रहती हैं जिन्हें सुलझाने के लिए गहन अध्ययन एवं अन्वेषण की आवश्यकता होती है, लेकिन बहुधा उनके मालिक ऐसे कष्ट-साध्य एवं खर्चिले अनुसन्धान की उपयोगिता स्वीकार नहीं करते, ऐसी परिस्थितियों में असोसियेशन बड़ा सहायक होता है और उनके कार्यों से रसायनज्ञों को बड़ा लाभ होता है। इन असोसियेशनों की विशेषता है कि वे वर्तमान की अपेक्षा भावी संभावनाओं की ओर अधिक ध्यान देते हैं। इन असोसियेशनों तथा उद्योग का सम्बन्ध उत्तरोत्तर बढ़ता जाता है। इसका मुख्य कारण यह है कि वे विशुद्ध अनुसन्धान की अपेक्षा उद्योग की दिन प्रतिदिन की समस्याओं का समाधान करने के लिए उपलब्ध आधारभूत ज्ञान का अधिक प्रयोग करते हैं, परन्तु इससे यह नहीं समझ लेना चाहिए कि विशुद्ध अथवा व्यावहारिक अनुसन्धान की सर्वथा उपेक्षा होती है।

कारखानों के रसायनज्ञों के कार्य मुख्यतः वस्तुओं की प्रकृति का ज्ञान प्राप्त करना, उनके गुणों में वृद्धि करना तथा उनकी प्राप्ति बढ़ाना, उत्पादन खर्च घटाना, क्षेप्यों का उपयोग करना तथा त्रुटियों के कारण खोज निकालना है। परन्तु कुछ ऐसे रसायनज्ञ भी होते हैं जिनकी आकांक्षा इन कार्यों से भी अधिक होती है और वे विज्ञान एवं उसकी नयी-नयी रीतियों का अपने कार्यविशेष में प्रयोग करना चाहते हैं और समस्त उद्योग को लाभान्वित करना चाहते हैं।

किसी ऐसे कार्य में, जिसकी वैज्ञानिक गतिविधि का ठीक-ठीक पता नहीं है, विज्ञान का प्रवेश कराना कठिन होने के साथ-साथ अत्यन्त महत्त्वपूर्ण भी है। कारखाने के साधारण कर्मियों को विज्ञान और अनुसन्धान क्या है समझाने के लिए 'परीक्षण' शब्द का प्रयोग किया जा सकता है, क्योंकि वह अपने दैनिक कार्य में 'परीक्षण' करते रहते हैं तथा उसे आवश्यक भी समझते हैं। कारखानों में विज्ञान और अनुसन्धान का बोध लोग केवल उन कार्यों से करते हैं जो रसायनज्ञ करता रहता है और जो किसी

प्रकार लाभदायक भी होते हैं। लेकिन यह कदाचित् ही कोई अनुभव करता है कि वह छोकरा भी उसका भागीदार है जो सूत्राक एव सूत की लम्बाई की परीक्षा करता है अथवा विरजक विलयनों की प्रबलता की जाँच करता है। 'विज्ञान' तथा 'अनुसन्धान' के प्रतिरोध या खुले विरोध पर विजय प्राप्त करने का एकमात्र रास्ता यह है कि कर्मियों और कर्मशालाप्रबन्धक (वर्क्स मैनेजर) को यह बताया समझाया जाय कि 'विज्ञान' और 'अनुसन्धान' केवल परीक्षण, सपरीक्षण तथा सबद्ध कार्यकर्ताओं की पारस्परिक कठिनाइयों के समाधानार्थ साधनों की खोज की ही गौरवान्वित सज्ञा है। कर्मियों के सम्प्रदाय में कदाचित् विज्ञानदेवता का कोई स्थान नहीं है।

यद्यपि वस्त्र-अनुसन्धान एव आविष्कारों में साधारणतया भौतिकी की ही प्रेरणा मानी जाती है लेकिन उसमें रसायनज्ञ का भी बड़ा एव महत्वपूर्ण कार्य-भाग है। यदि एक ऐसा सीमेण्ट मिल जाय जो तन्तुओं को एक दूसरे से जोड़ सके और उतना ही अविलेय हो जितना तन्तु स्वयं होता है, तो कदाचित् अधिकांश प्रयोजनों के लिए कताई और बुनाई की आवश्यकता ही न रह जाय। ऐसे सीमेण्ट की अणु-मोटाई के स्तरों की ही आवश्यकता होगी। रगई और छरई में भी ऐसे स्तरों के प्रयोग की असीम संभावनाएँ हैं। 'जेनरल इलेक्ट्रिक कम्पनी' ने बिजली के तारों के पृथक्करण (इन्सुलेशन) के लिए उन पर जैसे एक पतले स्तर का प्रयोग किया है उसी प्रकार एक दिन विविध तन्तुओं के लिए भी किया जायगा। उपर्युक्त बिजली के तारों के आवरण की छिपकाऊ क्षमति इतनी प्रबल थी कि "उन्हें पीटकर छिपटा कर देने अथवा हजारों बार मरोड़ने पर भी आवरण ज्यों के त्यों बने रहते।" (रीडर्स डायजेस्ट, कूलिज, अप्रैल १९४१, पृष्ठ ७९।) वर्तमान रजको की स्थिरता भी कुछ अधिक नहीं होती, पदों इत्यादि के रंग उड़ जाने की शिकायतें बराबर आती रहती हैं। किसी उत्साही रसायनज्ञ के लिए यह शिकायत उसे दूर करने के लिए पर्याप्त प्रेरणा दे सकती है। अधिस्वानिकी (सुपरमोनिक्स) भौतिक विज्ञान का एक ऐसा विक्रम है जिसमें रसायनज्ञों की रुचि होना आवश्यक है। कहा जाता है कि अधिस्वानिकी के प्रयोग से अब अण्डा केवल गाना गाकर उबाला जा सकता है। सधमुच इससे द्रवित धातुओं में चुम्बकत्व उत्पन्न किया जा सकता है, पनदुब्बियों का पता लगाया जा सकता है तथा वस्त्र-विज्ञान में सहाय कलिलो का सघनन किया जा सकता है। यह भौतिकी और रसायन के समन्वय—सहयोग का उत्तम उदाहरण है और वस्तुतः किसी बड़ी समस्या के हल में यह समन्वय अनिवार्यतया आवश्यक है।

वस्त्रोद्योग में रसायन का प्रभाव केवल बढ़ ही नहीं रहा है वरन् उसका वेग भी

तीव्रतर होता जा रहा है और अन्य विज्ञानों से होड़ ले रहा है। पचीस वर्ष पूर्व अमेरिका में वस्त्रोद्योग नगण्य सा था परन्तु आज यह महत्वपूर्ण स्थिति में है। वहाँ की प्रयोगशालाएँ प्रगतिशील एवं उन्नतिशील हैं, एतदर्थ उन्हें सफलता प्राप्त होना अवश्यमावी है। कूलिज ने लिखा है—“१९१६ ई० में अमेरिका में केवल १९ औद्योगिक अनुसन्धानशालाएँ थी और आज लगभग २००० है।”

### ग्रन्थसूची

- BALLS, W. L. *Studies of Quality in Cotton.* Macmillan & Co., Ltd.  
 KNECHT, E., AND FOTHERGILL, J. B. *Principles and Practice of Textile Printing.* Charles Griffin & Co., Ltd.  
 MATHEWS, J. M. *The Textile Fibres* John Wiley & Sons, Inc.  
 SKINKLE, J. H. *Textile Testing* Howes Publishing Co.

### सेलुलोज, सेलुलायड और रेयान

एल० जी० एस० हेय्म, ए० आर० आई० सी०

कोशा भित्तियों की रचना के मुख्य पदार्थ के रूप में सेलुलोज पौधों में मदा विद्यमान रहता है, यद्यपि उसका भौतिक रूप समय समय पर बदलता रहता है, लेकिन 'रामायनिक निबन्ध' बराबर एकसम होना है।

रसायनिक भाषा में सेलुलोज को कार्बोहाइड्रेट कहते हैं, अर्थात् उसमें कार्बन, हाइड्रोजन और आक्सीजन होता है तथा एक अणु में अन्तिम दो तत्वों का अनुपात जल के समान होता है। सेलुलोज इस वर्ग के सर्वाधिक निष्क्रिय यौगिकों में से है। सक्रियता के इस अभाव से ही यान्त्रिक दृग से बने इसके सामान बड़े टिकाऊ होने रहे हैं, लेकिन सेलुलोज पर आधारित रामायनिक उद्योगों के विकास में इतना समय लगने का कारण भी यही है।

जब सेलुलोज को वानस्पतिक पदार्थों से एकलित किया जाता है तो उसकी

तान्त्रिक रचना (फाइबर स्ट्रक्चर) होती है। इसके तन्तु अपनी औसत मोटाई के १००-१००० गुने लम्बे होते हैं। अन्तिम तन्तुओं की औसत लम्बाई भिन्न भिन्न होती है। शीघ्र बढ़नेवाले पौधों के तन्तुओं की लम्बाई औसतन  $\frac{1}{2}$  इंच होती है, किन्तु कपासबीजों के बाल १ इंच लम्बे होते हैं और वाष्ट तन्तु की लम्बाई २ इंच होती है।

प्रारम्भिक सेलुलोज-उद्योग में बरत बनाने के लिए केवल शीघ्र पृथक् किये जाने-वाले लम्बे तन्तु ही प्रयोग किये जाते थे। रस्मे, रस्मियाँ तथा बाँटी बनानेवाली सुतली के लिए ऐसे छोटे वाष्ट तन्तु इस्तेमाल किये जाने लगे जो विधायन में पाइप-स्थित अपनी तन्तु-बण्डल अवस्था बनाये रख सकने हैं।

प्राकृतिक तन्तुओं के प्रायः अपरिवर्तनीय परिमाण के कारण औद्योगिक विकास में काफी बाधा अनुभव की गयी। इस बाधा का निवारण सेलुलोज को विद्रव्य अथवा प्लास्टिक अवस्था प्रदान कर विक्षेप्य (डिस्पेन्सिबल) बनाकर ही किया जा सका। एतदर्थ गुद सेलुलोज पर मिश्रित नाइट्रिक और सल्फ्यूरिक अम्लों की क्रिया कराकर सेलुलोज नाइट्रेट बनाना पड़ा। सेलुलोज नाइट्रेट के उत्पादन का प्रथम वर्णन ब्रैकोनाट ने १८३३ में किया था परन्तु उस समय उसके विस्फोटक गुणों पर अधिक ध्यान दिया गया। १८५५ई० में पार्कस ने सेलुलोज नाइट्रेट में कुछ मृदुकर्मक अथवा प्लास्टिककर्ता मिलाकर तापीप्लास्टिक (थर्मोप्लास्टिक) पदार्थ बनाने का सुझाव दिया। अन्ततः १८६८-१८७५ की कालावधि में स्प्रिग ने इसके लिए कपूर और ऐल्कोहल का प्रयोग करके इसे औद्योगिक रूप में सफल बनाया। उसी समय सेलुलायड के एक व्यापक उद्योग की नींव पड़ी और तभी से तापी-प्लास्टिक ढालने योग्य पदार्थों का उत्पादन होने लगा।

सेलुलायड के उत्पादन के लिए विस्फोटक बनाने में प्रयुक्त होनेवाले सेलुलोज नाइट्रेट की अपेक्षा कम नाइट्रोजन मात्रावाला सेलुलोज नाइट्रेट इस्तेमाल किया जाता है। सेलुलोज नाइट्रेट को यन्त्रों द्वारा चूर्ण करके उसे कपूर (प्रायः ३०%) के साथ गूँधा तथा ऐल्कोहल डालकर उसका पूर्ण विक्षेपण किया जाता है। इसी समय रंगपदार्थ अथवा रंगद्रव्य भी छोड़े जाने हैं। इसके बाद उष्ण-बेलन करते तथा सुखाते समय ऐल्कोहल तो उड़ जाता है तथा सेलुलायड की निम्ने, चदरे अथवा छडें बना ली जाती हैं, जिन्हें आवश्यकतानुसार माँचे में ढालने के लिए इस्तेमाल किया जाता है।

सर्वप्रथम वाणिज्यिक पैमाने पर उत्पन्न 'कृत्रिम रेयान' का पैठिक पदार्थ भी सेलुलोज नाइट्रेट ही था।

१६६५ ई० में हूक<sup>१</sup> ने तथा १७३४ ई० में रधूमर<sup>२</sup> ने आश्लेषी (ग्लूटिनस) पदार्थ से कताई अथवा खिचाई द्वारा रेशम जैसे रेशे बनाने का सुझाव दिया था। आगे चलकर १८४२ ई० में सूक्ष्म छिद्रोवाले एक ऐसे कर्तनाभ<sup>३</sup> के प्रयोग का सुझाव दिया गया जिसके द्वारा पुञ्ज को खींच कर रेशे बनाये जा सकें। परन्तु काफी समय तक ये सुझाव कार्यान्वित न हो सके। १८८० में विद्युत्-दीपो के लिए अखण्ड सतन्तु (फिलामेन्ट) बनाये गये, जिससे वस्त्रों के लिए सूत बनाने में महती प्रेरणा मिली।

स्वान ने १८८३ ई० में दीपो के लिए सतन्तु बनाने की रीति का पेटेन्ट लिया। उन्हीं ने वस्त्रोद्योग में ऐसे धागों के प्रयोग की समावना का अनुभव किया तथा १८८५ ई० में 'कृत्रिम रेशम' के नाम से कुछ नमूनों का प्रदर्शन भी किया।

इंग्लैण्ड में हो रहे इस बिक्रम के साथ साथ उसी कालावधि में चाडोनेट भी फ्रांस में सेलुलोज नाइट्रेट से सूत तैयार करने में लगे थे, परन्तु आग लगने की जोखिम के कारण प्रगति बहुत धीमी रही। आगे चलकर सूत का विनाइट्रीयन करके तथा पुनः सेलुलोज में परिवर्तित करके उसकी ज्वलनशीलता कम की जा सकी।

पहले कृत्रिम रेशम बनाने की एक मात्र यही विधा (प्रक्रिया) थी, किन्तु शनैः शनैः अन्य विधाओं का प्रचलन होने लगा, फिर भी १९०९ ई० तक केवल इसी विधा से ५०% कृत्रिम रेशम तैयार होता रहा। लेकिन आगे चलकर तो इसका और शीघ्र विस्थापन हुआ। आज कृत्रिम रेशम के कुल उत्पादन का ०.५% से भी कम उस पुरानी प्रक्रिया से उत्पन्न किया जाता है।

अनुवर्ती विधाओं में कताई की ऐसी रीतियाँ अपनायी गयीं जिनमें सेलुलोज-व्युत्पत्तिविक्षेपण (डिस्पर्सन) को छोटे-छोटे छिद्रों में से खींचकर तथा वाष्पशील (बोलाटाइल) विलायक को उद्वापित करके या लवण-अवक्षेपण से स्कन्दन करके तथा ऊष्मक में रासायनिक प्रतिक्रिया द्वारा सतन्तु (फिलामेन्ट) बनाये जाते हैं।

यद्यपि रेयान की कताई वस्तुतः एक यान्त्रिक विधा है, परन्तु कताई योग्य विक्षेपण का उत्पादन तथा सेलुलोज अथवा उसकी व्युत्पत्ति का अखण्ड सतन्तु के रूप में पुनर्जनन रासायनिक रीतियों पर ही आधारित है।

क्युप्रिक हाइड्राक्साइड के अमोनिया विलयन में सेलुलोज के विक्षेपण का श्रेय 'बीजर' (१८५७) तथा समकालीन रसायनज्ञ 'मर्सर' को दिया जाता है। अन्ततः

<sup>१</sup> Hooke<sup>२</sup> Reaumur<sup>३</sup> Spinneret<sup>४</sup> Schweiser<sup>५</sup> Mercat

यही रेयान उत्पादन की एक दूसरी विधा का आधार बना जिसमें सेलुलोज नाइट्रेट विधा की तरह आग लगने का जोखिम न था। इस विधा से बारीक तथा मजबूत सूत भी बनने लगे, लेकिन यह थोड़ी जटिल थी तथा विक्षेपण बनाने और प्रयुक्त रस-द्रव्यों की पुनः प्राप्ति में कठिनाई होती थी। यद्यपि इस विधा से मूल तो १८८५ ई० में तैयार कर लिया गया था, लेकिन उसका वाणिज्यिक उत्पादन १८९५-१९०० ई० के पूर्व सम्भव नहीं हुआ।

क्युप्रामोनियम विधा में सेलुलोज के लिए प्रायः छोटे तन्तुओं वाले कपास (कॉटन लिण्टर्स) इस्तेमाल की जाती है, यद्यपि परिष्कृत काष्ठलुगदी भी सफलतापूर्वक प्रयुक्त की गयी है। सेलुलोज की उपस्थिति में, ताम्र अथवा अवक्षेपित ताम्र-लवण को निम्न ताप पर अमोनिया में विलीन करके विक्षेपणकारक तैयार किया जाता है। इस विक्षेपण को कनवस पर लगाने से उसमें आर्द्रतारोधी तथा अपक्षयसहता (रॉट प्रूफ) के गुण आ जाते हैं। और ऐसे कनवस के उत्पादन के लिए यह रीति व्यापक रूप से प्रयुक्त भी होती है।

रेयान बनाने की क्युप्रामोनियम विक्षेपण विधा की विशेषता यह है कि कताई के समय काफी अधिक तनाव प्रयुक्त किया जा सकता है, जिसके फलस्वरूप प्रारम्भिक अवस्था में ही अति सूक्ष्म तन्तु बना लिया जाता, जो लाभ अन्य रीतियों में सम्भव नहीं था। तनाव कताई से प्राप्त सूत के भौतिक गुणों के कारण ही यह रीति बनी रह सकी तथा बड़ी भी। १९३२ ई० में इस रीति से समार के कुल उत्पादन का ३% रेयान तैयार होता था और आज यह उत्पादन बढ़कर ४% हो गया है।

१८९२ ई० में क्रॉस और बिर्वैन ने सेलुलोज विक्षेपण की एक विधा (प्रोसेस) का आविष्कार किया जो आगे चलकर 'विस्कोज' विधा कहलाने लगी। यह आज रेयान उत्पादन की सबसे बड़ी आधार विधा है। मूल-निर्माण के लिए प्रयुक्त होने से पहले यह विधा दीप सतन्तुओं के उत्पादनार्थ अपनायी गयी थी। रेयान उत्पादन की अन्य विधाओं के समान इसका विकास भी बहुत धीरे-धीरे हुआ, क्योंकि इसकी प्रारम्भिक अवस्था में बड़ी प्राविधिक कठिनाइयाँ थी तथा आर्थिक हानि भी हुई। किसी कारण से १९१० ई० तक यह विधा सफलतापूर्वक न अपनायी जा सकी।

इस रीति के कुछ प्रत्यक्ष लाभ हैं, इसमें अपेक्षाकृत सस्ते रसद्रव्यों एवं कच्चे माल की आवश्यकता होती है। काष्ठलुगदी के स्तारों को प्रबल दह-भोडा-विलयन में डुबाया जाता है और फिर दबाने तथा उपविभाजित करने के बाद कार्बन डाइसल्फाइड के उपचार से ऐसी सेलुलोज व्युत्पत्ति तैयार होती है जो दह-भोडाविलयन में विक्षेप्य होती है।

विस्कोज नामक विक्षेपण से सूत तैयार करने के लिए मुख्यतः मल्यभूरिक अम्ल और घात्वीय सल्फेट वाले संस्थापक उष्मक (सेटिंग बाथ) में डुबोये कर्तानाग में से उभे लीचा जाता है। इससे दहसोडा का उदासीनीकरण भी हो जाता है तथा सेलुलोज व्युत्पत्ति के विच्छेदन से अखण्ड तन्तु के रूप में सेलुलोज की पुनः प्राप्ति हो जाती है।

यद्यपि आरम्भ में इस रीति से कुछ मोटा सूत प्राप्त होता था परन्तु आगे चलकर इसमें काफी उन्नति हुई और असली रेशम के समान या उससे भी अधिक बारीक सूत बनने लगे। 'तनाव' कटाई की प्रविधि से सूत की मजबूती बड़ी और वे अब असली रेशम के सूतों के बराबर मजबूत होने लगे हैं।

इसके प्रयोग का क्षेत्र इतना बढ़ गया है कि आजकल विस्कोज विधा से संसार में प्रतिवर्ष १०० करोड़ पौण्ड का रेयान सूत तैयार हो रहा है। यह मात्रा संसार में असली रेशम की लपट की आठगुनी है। १९४० ई० के पूर्व ७ वर्षों में संसार के कुल उत्पादन का औसतन ८६% रेयान विस्कोज विधा से तैयार किया गया था, यद्यपि यह बात सभी देशों में एकसमान नहीं थी।

रेयान उत्पादन की एक दूसरी विधा का भी औद्योगिक प्रयोग होता है, यह विलायक उद्घाटन कटाई पर आधारित है। यह रीति मूलतः सेलुलोज नाइट्रेट के लिए निकाली गयी थी लेकिन अब इसमें एसिटोन में विक्षेपित सेलुलोज एसिटेट प्रयुक्त होने लगा है।

सेलुलोज से उसका एसिटेट १८६९ ई० में ही बनाया गया था लेकिन उसमें भी काफी प्राविधिक कठिनाइयाँ थी जिनकी वजह से इस व्युत्पत्ति का भी वाणिज्यिक विकास अवरुद्ध रहा। अन्ततः ऐसे सेलुलोज एसिटेट बनाने की रीति निकाली जो एसिटोन में सरलता से विक्षेपित हो सके और इसका बड़े पैमाने पर सर्वप्रथम प्रयोग १९१६-१८ में वायुयानों के दस्त्र पक्ष (फैब्रिक विंग) के उपचारार्थ किया गया था।

तदनन्तर उपयोगी सूत तैयार करने में अनेक समस्याएँ हल की गयीं और अन्ततः इसका उद्योग भी जम गया। पिछले १० वर्षों से संसार के कुल उत्पादन का ८-१०% रेयान इस रीति से तैयार होता है।

सेलुलोज एसिटेट बनाने के लिए बहुत दिनों तक छोटे तन्तु वाली कपास ही प्रयुक्त होती रही परन्तु अब अति परिष्कृत काष्ठ-शुगदी का प्रयोग दिनो-दिन बढ़ता जा रहा है। एसिटेट बनाने के लिए सेलुलोज को ऐसेटिक ऐनहाइड्राइड तथा एमे-टिक अम्ल से उपचारित किया जाता है, और इन प्रतिकर्मकों की पुनः प्राप्ति के लिए विस्तृत व्यवस्था की आवश्यकता होती है। परन्तु उनके अधिक मूल्य के कारण उनकी पुनः प्राप्ति करना अनिवार्य है, अन्यथा यह विधा वाणिज्यिक रूप से सफल नहीं हो सकती।

इन विधा से उत्पन्न सूत सेलुलोस एसिटेट के रूप में रहता है जब कि अन्य औद्योगिक रेयानों में सेलुलोस व्युत्पत्ति पुनः सेलुलोस के रूप में परिवर्तित कर दी जाती है। सेलुलोस एसिटेट और विस्कोस सूत के बने मिश्रित वस्त्रों का बड़ा लाभ यह है कि इन दोनों की रजकप्रियता भिन्न होने से वस्त्रों पर बड़ा वाक्पंक एवं सुन्दर तिरोरजिन (वास डाइग) प्रभाव उत्पन्न किया जा सकता है।

अभी हाल में कुछ सर्वथा नये प्रकार के रेयान पॉलिमराइड बिनाइल रेजिन समूह ऐसे पदार्थों से बनाये गये हैं जो सेलुलोस पर आधारित नहीं हैं। इनकी कताई एसिटीन विलेपन से की जाती है और उसके बाद सूत को नियंत्रित ताप पर 'तान' दिया जाता है।

जब सपनिश सूपरपांची ऐमाइडो (नाइलॉन) से रेयान बनाने में कताई की एक नयी प्रविधि अपनायी जाने लगी है, इसमें द्रावित पदार्थ को कर्तनीयों द्वारा निष्काल करके शीत तनाई विधा से उच्च तनाव सान्ध्यबाले सूत तैयार किये जाते हैं। इनके लिए धागों को उनकी मूल लम्बाई से ४ से ७ गुना अधिक लम्बा ताना जाता है। ऐंसे सूत की मजबूती उनी भारवाले असली रेयान सूतों से कहीं अधिक होती है। निम्नलिखित सारणी में विविध प्रकार के रेयानों के सामर्थ्य-मान दिये गये हैं। तुलना के लिए समभार के असली रेयान के मान भी लिखे गये हैं। इन मानों के अंक 'ग्राम प्रति डेनियर' के पदों में दिये गये हैं जिसमें उनकी अनाश्रित तुलना हो सके।

असली रेयान और रेयानों का आपेक्षिक सामर्थ्य  
(ग्राम प्रति डेनियर)

पदार्थ	तनाव-सामर्थ्य		विनान्यता प्रतिशत (एक्सटेन्सिबिलिटी)	
	शुष्क	आर्द्र	शुष्क	आर्द्र
१. असली रेयान	४०	३५	२३	३६
२. क्युप्रामोनियम (तनाव कताई)	२१	१०	१२	१५
३. विस्कोस	२१	१०	२१	२८
४. विस्कोस (विशेष)	३२	२१	१०	१३
५. विस्कोस (लिलीन फेल्ड)	५२	३५	७	७
६. सेलुलोस एसिटेट	१३	०८	२५	३७
७. सेलुलोस एसिटेट (तानिन एवं साबुनीकृत)	५०	३७	६	६
८. सूपर पॉली ऐमाइड (शीत उत्पन्नित)	६५	४८	१५	१५



इस संदर्भ में यह जानना भी आवश्यक है कि इसी आधार पर गणित इस्पात तारों के मान ०.५ ग्राम फी डेनियर (निर्वल इस्पात) से लेकर ४ ६ ग्राम फी डेनियर (प्रबल इस्पात) तक होते हैं। इसका अर्थ यह है कि सेलुलोज अथवा सरिलिष्ट पदार्थों से बने सूत मजबूत इस्पात से अधिक मजबूत होते हैं।

‘कृत्रिम रेशम’ अथवा ‘नकली रेशम’ कहने से ऐसा ध्वनित होता है कि यह असली रेशम से कुछ घटिया वस्तु है, परन्तु अब वस्तुस्थिति ऐसी है कि ‘कृत्रिम रेशम’ असली रेशम से कहीं उत्तम गुणोंवाला होने लगा है। आजकल मसार में उत्पन्न रेयान की मात्रा असली रेशम की १० गुनी है और यह अनुपात गत कई वर्षों से स्थिर बना हुआ है।

रेयान-उद्योग-विकास के प्रारम्भिक काल में ऐसा सोचा गया था कि विविध विधाओं से उत्पन्न असंख्य सतन्तुओं को १-२ इंच के टुकड़ों में काट-काटकर अधिक उपयोगी वस्त्रतन्तु तैयार किये जा सकते थे, तथा इस प्रकार तैयार किये गये कौशेय तन्तुओं (स्टेपल फाइबर) को कपास सूत कटाई मशीनों पर विधायित किया जा सकेगा।

उपर्युक्त विकास की प्रगति भी बड़ी धीमी थी क्योंकि प्रारम्भ में सतन्तु<sup>१</sup> अपेक्षा-कृत मोटे होते थे, फिर भी १९१४-१८ के बीच कौशेयक तन्तु<sup>२</sup> के एक प्रतिस्थापक पदार्थ के रूप में इनका अच्छा प्रयोग हुआ। लेकिन १९३४ में तो कम वर्ष में ही बड़ी ऊँची श्रेणी के कौशेयक तन्तु बने जो सूक्ष्मता में अमेरिकी अथवा मिस्री कपास-तन्तुओं से किसी प्रकार कम न थे। उम समय से मिश्रित वस्त्रों के बनाने में इन तन्तुओं का प्रयोग उत्तरोत्तर बड़ी तीव्र गति से बढ़ता गया। १९३४ ई० में इसका कुल उत्पादन ६ करोड़ पौण्ड का था, परन्तु केवल पांच-छ साल के अन्दर इसके उत्पादन में चाम-त्कारिक वृद्धि हुई अर्थात् १९३९ ई० में कौशेयक तन्तुओं का मसार भर का कुल उत्पादन १०० करोड़ पौण्ड यानी १९३९ के उत्पादन का लगभग १७ गुना हो गया था। प्रायः यह समस्त उत्पादन विस्कोज विधा से हुआ।

सातपर्य यह है कि कौशेयक तन्तुओं का उत्पादन लगभग रेयान के बराबर हो गया। यद्यपि इन तन्तुओं के उत्पादन की इस भीषण वृद्धि का मुख्य कारण कुछ देशों की अधिकेन्द्रित (टोटेलिटेरियन) राजनीतिक अवस्था रही, लेकिन अब तो इसका उद्योग अन्य देशों में भी बड़ी तेजी से जमता जा रहा है क्योंकि इन तन्तुओं के कुछ अपने विशेष गुण हैं जो बुनाई के लिए बड़े उपयुक्त हैं।

आज के ससार में रेयान अथवा कौशेयक तन्तुओं के 'मानव निर्मित' वस्त्रों का प्रयोग ऊनी कपड़ों से अधिक है। कौशेयक तन्तुओं के वस्त्रों का उत्पादन सूती वस्त्रों की कुल खपत के ५% है और इसका प्रयोग दिनो-दिन बढ़ता जा रहा है।

इन उद्योगों के कारण कम कीमत में इतने सुन्दर एवं मनोहारी कपड़े, मोजे, बनियाइने तथा अन्य प्रकार के वस्त्र उपलब्ध होने लगे हैं कि बहुसंख्यक महिलाओं के जीवन का दृग तथा उनके दृष्टिकोण में भारी परिवर्तन हो गया है जिसका समाज पर भी महज प्रभाव पड़ा है।

### ग्रन्थ-सूची

- CROSS, C F, AND BEVAN, E J    *Cellulose*    Longmans, Green & Co., Ltd  
LIPSCOMB, A O J    *Cellulose Acetate*    Ernest Benn, Ltd  
WHEELER, E    *Manufacture of Artificial Silk*    Chapman & Hall, Ltd  
WORDEN, E. C    *Technology of Cellulose Esters*    D Van Nostrand Co, Inc

## अध्याय १०

### लुगदी और कागज

छनाई और लेखन-सामग्री; रोगनाई; पेन्सिल

### लुगदी और कागज

जूलियस ग्रांट, एम० एन-सी०, पी-एच० डी०, एक० बार० आई० सी०

किसी समय एक उपन्यास में लिखा गया था कि कुछ गैरों के विमोचन से संसार का समस्त कागज मष्ट होकर राख हो गया। अस्मात् कागज-रहित हुए संसार की दृषावस्था की कहानी अवश्य ही रोचक रही और उनसे आधुनिक सभ्यता में कागज की अनिवार्यता भी सिद्ध हुई। बावजू अथवा निडरी पर कुछ खरोच कर समाचार बहन का जो प्राचीनतम दण था वह कदाचित् मानवता के प्रारम्भिक इतिहास के साथ ही लुप्त हो गया। ३७०० वर्ष ईसाकाल के पहले तो हमें बे शीपत्र (पैरिस्) भी ज्ञात न थे, जिनमें हमें कागज का सर्वप्रथम दर्शन हुआ था। ये शीपत्र पौधों की छाल के पतले-पतले टुकड़ों से बने पत्रदली स्तर (लैमिनेटेड शीट) होते थे, यानी यथार्थतः वह भी कागज नहीं होते थे। शीपत्र कटोरीकृत चमड़े के बने चर्मपत्र (पार्चमेंट) से भी भिन्न थे। चर्मपत्र का सर्वप्रथम एशिया माइनर के 'परगामस' (२०० ई० पू०) से बताया जाता है। कागज बनाने की कला ईसा युग के प्रारम्भ के पहले से ही चीन में प्रचलित थी और वही से यह यूरोप में भी फैली। यूरोप में इसके प्रवेश के दो मार्ग थे, एक तो टारटरी, मध्य एशिया तथा यूनान, जहाँ से यह बेनिफ होश हुआ जर्मनी पहुँचा, और दूसरा अरब और मोरक्को होते हुए स्पेन का मार्ग। मुसलमानों के स्थानान्तरण से भी इस कला का अच्छा प्रसार हुआ। यद्यपि स्पेन में ११५० ई० तथा फ्लेमिंगो (इटली) में १२८० ई० में कागज बनाने की मिलें विद्यमान थीं, लेकिन इंग्लैंड में सबसे पहली कागज मिल १४९० में बनी, किन्तु वह तथा उसके तुरन्त बाद बनी मिलें अनुकूल ही नहीं। वस्तुतः १६७८ तक इंग्लैंड में कागज का उपयोग प्रतिष्ठित नहीं हो पाया, लेकिन लगभग उसी समय ह्यूमोनाट शरणार्थियों द्वारा इसका उचित समारम्भ हुआ।

उन मनर का राज्य-निर्माण वर्तमान उद्योग में बहुत निष्ठ था, यद्यपि अन्तिम उद्योग के सामान्य गुण प्राप्त एखनान थे। पहले चौपड़ों को बूट तथा रेशमदार बनाकर पानी में आसन्धित किया जाता था। इसी तनु जटाय आसन्ध में एक तार को छत्री को लड़ा करके डुबाया जाता और क्षैतिजवस्था में निकाल दिया जाता जिनमें छत्री को जाली पर रेशो का एक ननदित बट (फिंटेड नैट) बन जाता। इन प्रकार जने रेशो के स्तर को ननशे में दबाकर उनमें पानी निकाल दिया जाता और जल में उसको ननदे में छुटाकर डिस्टेंशन में उसका समीकरण (सार्जिंग) करके मुवा दिया जाता। प्राचीन काल में इसी प्रकार राज्य उद्योग किया जाता था। आज का भी हाथ-कला राज्य बहुत कुछ इसी विधा में बनाना जाता है।

राज्य-निर्माण के इतिहास में उद्योगों की शक्ति का प्रारम्भ एक युगान्तर चिह्न है। प्रायः सभी मनर इन उद्योग में वैज्ञानिक, विशेषकर रसायनिक, रीतिरों का अनुसंधान कर के प्रवेश हुआ। मशीन द्वारा राज्य बनाने का आविष्कार इन विधा में प्रथम रद था। यह आविष्कार लगभग एक ही मनर दो स्थावों में हुआ। एक मशीन 'फॉर्जिंगपर ड्रम' द्वारा प्रांगमोर (हट्टिंगहोर्न) में स्थापित की गयी, इस मशीन में राज्य की नगरी को तार के बल रहे एक अन्तर्हीन पट्टे पर बहाया जाता था और ननदित बट को ननशे में उसके एक वेग पर उठा कर मुवा दिया जाता था। दूसरी मशीन का आविष्कार जॉन डिक्किनस ने १८०९ ई० में किया, यह कुछ दूसरे प्रकार की थी और इसमें तार की जाली से बना रसायन खोखला बेलन लुगरी में घूमता था कि लुगरी उसकी मजह पर लग जाती और पानी रंन के अन्दर से होकर बह जाता, लुगरी की गह को उन पर से छुटा कर अलग स्तारों के रूप में उसी प्रकार मुवा दिया जाता जैसे फॉर्जिंगपर की मशीन में। ये दोनों रीतियाँ आज भी प्रचलित हैं।

मशीनों के प्रयोग से राज्य का उत्पादन बढ़ गया, साथ ही शिक्षा-प्रसार के कारण युवाओं की भाव ने भी राज्य-निर्माण की रीति को और स्वरित किया। फिर जो इनके निर्माण के लिए बच्चे मात के रूप में प्रयुक्त होनेवाले चौपड़ों की अत्यधिक कमी पड़ गयी। एक मनर श्री ऐमी स्थिति का गया कि राज्य बनाने के लिए नुदों के बालों को घनीकृत करने लगे। जनेक वैज्ञानिक प्रयास करने और जानने जाने लगे, यहाँ तक कि १८५४ ई० में 'टाइम्स' ने राज्य-निर्माण के उद्योग बच्चे मात को खोज के लिए एक महक फौज का एक पुरस्कार घोषित किया। आइनामन दो बहुरों ने जो, जेकिन मरुत बहुत कम ही हुए। यहीं समयवत को इन उद्योग में जनों प्रतिभा-प्रदर्शन का प्रथम अवसर मिला। फलस्वरूप एन्गटो फात, काठ लुगरी तथा तृण (मृदा) का इसके लिए प्रयोग करना मनर ही मरा। बच्चे मात में से मेल्लोड को

छोड़कर अन्य सभी पदार्थों को अलग करना भी अब इस विधा का सबसे बड़ा काम है। सेलुलोज ( $C_6H_{10}O_5$ ) ही वह तन्तुमय ढाँचा है जिस पर कागज के स्तारों<sup>१</sup> की रचना होती है। कागज-निर्माताओं को केवल इसीकी आवश्यकता भी होती है। अधिकांश श्रेणियों के कागज बनाने के लिए अन्य पदार्थों को पृथक् करना बहुत जरूरी है। हाँ, यदि कागज में रंग, स्वच्छता, सामर्थ्य एवं टिकाऊपन का कोई विशेष महत्त्व न हो तो सेलुलोज के संग अन्य अशुद्धियाँ छोड़ दी जा सकती हैं। इस प्रकार लुगदी बनाने के लिए छाल-रहित वृक्षों को केवल कूट लिया जाता है, तथा इससे बने कागज में सेलुलोजिक तन्तु और अन्य अशुद्धियाँ दोनों विद्यमान रहती हैं। इन कच्चे मालों में ४०-५०% सेलुलोज होता है और शेष अशुद्धियों के रूप में लिग्निन, बसा, रेजीन, कार्बोहाइड्रेट तथा पेक्टिन होती हैं। इसमें से कुछ अशुद्धियों का निस्सारण तो उच्च दबाव में अम्ल पाचन से किया जाता है तथा कुछ का क्षारों से।

लुगदी उद्योग के प्रारम्भिक दिन रसायनज्ञ के लिए बड़ी कठिनाई के थे। उपर्युक्त अशुद्धियों का निस्सारण तो उतना कठिन न था, लेकिन सेलुलोज की तन्तुमय प्रकृति को क्षति पहुँचाये बिना ऐसा करना अवश्य एक कठिन समस्या थी, क्योंकि सेलुलोज की क्षति होने से लुगदी कागज बनाने योग्य नहीं रह जाती। और जब सेलुलोज को अक्षत रखते हुए अशुद्धियों के निस्सारण की विधा ज्ञात हुई तब उमें बड़े पैमाने पर कार्यान्वित करने की समस्या उत्पन्न हुई। आस और बेवन की प्रारम्भिक रीति सेलुलोज एकलन की सर्वोत्तम रीतियों में से थी। इस रीति में लुगदी के साथ क्लोरीन की प्रतिक्रिया करायी जाती, जिससे क्लोरीन से संयुक्त होकर लिग्निन क्षार में विलीन हो जाती है। यह एक बड़ी चुनौतिलय रीति थी क्योंकि इसमें सेलुलोज प्रायः सम्पूर्णतः अपरिवर्तित रह जाता था तथा अन्य क्रियाओं के मेल से बड़ी शुद्ध श्रेणी का सेलुलोज उत्पन्न होता था। वस्तुतः यह वर्षों पूर्व से प्रयोगशाला में सेलुलोज एकलन की प्रमाणित रीति मानी जाती रही। लेकिन आर्द्र क्लोरीन से बड़े पैमाने पर काम करना बड़ा कठिन था और केवल पिछले दशक में यह रीति पुनः प्रयुक्त होने लगी। इस रीति के विधायन में प्रायः प्रत्येक पद पर रसायनज्ञ और रासायनिक इंजीनियर का निकट सहयोग परमावश्यक है।

उपर्युक्त क्षारीय एवं अम्ल पाचन रीतियों में भी इंजीनियरों की अनेक कठिनाइयाँ उत्पन्न हुईं। उदाहरणार्थ यद्यपि टिल्चमैन ने १८६३ ई० में अम्ल पाचन

विधा प्रस्तावित की थी, परन्तु जब तक एक उपयुक्त पाचित्र (डाइजेस्टर) तैयार न हुआ तब तक इसका प्रयोग न किया जा सका। १८७२ ई० में एकमैन ने एक उपयुक्त पाचित्र बनाया। इस रीति में कैल्सियम अथवा मैग्नीशियम बाइसल्फाइड तथा स्वतंत्र सल्फर डाइआक्साइड के विलयन से लिग्निन का संयोजन होता है। इस प्रकार उत्पन्न लिग्निन-सल्फॉनिक जम्बो के लवण विहीन किये जा सकते हैं। लिग्निनक विधा से सस्ते क्षार उत्पन्न किये जाने के कारण इस क्षारीय विधा का अच्छा विकास हुआ। यद्यपि प्रारम्भ में कठिनाइयाँ अधिक न थी, लेकिन काष्ठ लुगदी, एम्पाटों घास और तृणा के लिए जब यह विधा एक बार प्रतिष्ठित हो गयी तो इसमें रासायनिक कठिनाइयों की एक शृङ्खला-सी निकल पड़ी। पाचन की पूर्ति हो जाने पर अप्रसिष्ट क्षारीय द्रवों का निरसन हो एक समस्या बन गयी। यह द्रव इतना क्षारीय था और नाथ ही मूल्यवान् भी कि हमको किसी जलधारण अथवा मलप्रणालि में बहा देना उचित न था, अतएव रसायनज्ञ को इसका कोई हल निराटना पड़ा। इस द्रव को उद्-वाष्पित करके जलाना समस्या का एक समाधान था। कार्बनिक पदार्थों के जलने से उत्पन्न उष्मा का प्रयोग कागज मिल के लिए आवश्यक भाप तैयार करने में किया जाने लगा और भस्म में से सोडियम कार्बोनेट निम्नारित करके उसे चूने से मिलाकर वह सोडा पुन प्राप्त कर लिया जाना। इस विरुद्ध रासायनिक विधा के कारण ही लुगदी बनाने की यह विधा वाणिज्यिक रूप से सफल हो सकी तथा कम मूल्य पर कागज की विशाल मात्रा प्राप्त करना संभव हो सका।

क्षारीय विधा को संशोधित करके 'त्राष्ट' विधा निकाली गयी जिससे दश मजबूत कागज बनाया जाने लगा। क्षार की क्रिया को नियंत्रित करके ही कागज में विशेष मजबूती लायी गयी। आगे चलकर (१८७९) यह बात हुआ कि अगर पाचित्र में सोडियम सल्फेट डाल दिया जाय तो पुनर्प्राप्ति विधा में यह सोडियम सल्फाइड बन जाता है और फिर इस सोडियम सल्फाइड पर जल की क्रिया से प्रायः उसी गति से क्षार उत्पन्न होता है जिससे पाचन-विधा में उसकी राखत होती है। इस प्रकार पाचन काल में क्षार का सान्द्रण प्रायः बराबर एकसम बना रहता है, जिससे अति पाचन अथवा लघु पाचन नहीं होने पाना। विरजन की आधुनिक रीतियाँ से भी इसके विधायन में अच्छी सहायता मिली और प्राप्ति-वृद्धि के साथ-साथ अच्छे रंग का मजबूत कागज उत्पन्न होने लगा, यद्यपि आपत्तिजनक उत्प्रेषण (एफ़्लूयेन्ट) तथा उसकी गन्ध इस विधा के व्यापक प्रयोग में बाधक रहे हैं और उसे बहुत हद तक सीमित रखा है।

आज के कागज की स्वच्छता एवं उसका सुन्दर रंग रसायनज्ञ की दूसरी देन

है। कागज-निर्माण के प्रारम्भिक काल में उसका विरंजन केवल सूर्यप्रकाश में किया जाता था, परन्तु यह विधा इम्प्रेण्ड में तो कभी सम्भव न थी। क्लोचिंग पाउडर और वाद में कैल्सियम हाइपोक्लोराइट विलयन के प्रयोग से कागज मिलों में अवि-रंजित कागज को लेकर उसे वही विरंजित करने की प्रथा चली। गत कुछ वर्षों में यह स्वीकार किया जाने लगा है कि विरंजन की समस्या पर क्लोरीनीकरण से मेलु-लोज एकलन की आस और वेदन-विधा का महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ा है। विरंजन भी तो अगुद्धि निवारण की ही एक रीति है, अतः उस पर भी पाचन-विधा के समान ही विचार करना चाहिए। इस उद्योग में रासायनिक इजोनियरो के पदार्पण से आर्द्र क्लोरीनरोधी मयन्त्रों का समावेश हुआ जिससे लुगदी-निर्माण की आधुनिक रीतियों में भी दिशा-परिवर्तन हुआ। अब कच्चे माल का परम्परागत क्षारीय अथवा अम्ल-विधा से ही अपेक्षाकृत केवल मृदुपाचन किया जाता है जिससे उसका गठन खुल जाता तथा कुछ रेजीन और मोम विलीन हो जाते हैं। तत्पश्चात् लुगदी को धोकर स्वतन्त्र गैम अथवा जल-पायस के रूप में क्लोरीन से उपचारित किया जाता है जिससे लिग्निन क्लोरीनीकृत हो जाती है। इस प्रकार उत्पन्न अम्ल सहित क्लोरी-लिग्निन को क्षार द्वारा निस्सारित कर लिया जाता है और तब कैल्सियम हाइपोक्लोराइट विलयन में उसका मृदु उपचार करके पूर्ण श्वेत रंग उत्पन्न किया जाता है। इस प्रकार विधा के पदों को और बढ़ाया जा सकता है तथा अगुद्धियों का इस प्रकार निस्सारण किया जा सकता है कि पुरानी अनाथित पाचन की प्रचण्ड विधा के प्रयोग से सेलुलोज का जो अपक्षय होता था काफ़ी हद तक निवारण किया जा सके।

अभी तक हमने मुख्यतः लुगदी उत्पादन की विवेचना की है, वस्तुतः कागज निर्माण की वही पैठिक विधा है। यद्यपि इस उद्योग के उत्कर्ष में रसायनज्ञों का कुछ लघु योगदान नहीं रहा, फिर भी उसका सम्पूर्ण श्रेय उन्हीं को नहीं दिया जा सकता। लुगदी तैयार हो जाने पर उसकी रंगाई, सजाई एवं भरण की विधाएँ भी रासायनिक समस्याएँ हैं। तन्तुओं की रंगाई स्वयं एक विज्ञान बन गया है, क्योंकि उसमें उसके प्रतिधारण (रिटेंशन), प्रकाश में स्थिरता तथा आमंजक रोच-जैसे अनेक प्रश्न निहित होते हैं जिनका सफल समाधान आवश्यक है। उच्च श्रेणी की श्वेतता एवं अपार-दागिता उत्पन्न करने के लिए लुगदी का भरण आवश्यक है, लेकिन उसके कागज की मजबूती में कमी न आनी चाहिए। इसके लिए कागज-निर्माण में अब टिटैनियम डाइऑक्साइड-जैसे नये रंग द्रव्य प्रयुक्त होने लगे हैं। सञ्जीकरण (साइजिंग) किया में क्षारीय विलयन अथवा रोजीन के पायस भर होनेवाली जलुनिविध सल्फेट की जटिल प्रतिक्रियाओं पर विशेष ध्यान देने तथा उन्हें अध्ययन करने की बड़ी आवश्यकता

होती है। रसायनज्ञों ने इस समस्या को व्यावहारिकता तो अवश्य हल कर लिया है, लेकिन अभी तक उसका स्पष्टीकरण नहीं कर सके हैं।

आह्वन क्रिया (बीटिंग अपरेशन) में तन्तुओं को एक परिभ्रामी बेलन पर लगे फलको और स्थिर फलक के बीच में डाल दिया जाता है जिससे वह ऐसा बटना, खण्डित होता और कुटता है कि कागज मशीन पर नमदन (फेन्टिंग) के योग्य हो जाता है। अतः यह क्रिया भी रसायनज्ञ-समस्या है, यद्यपि प्रायः लोग इसे पूर्णतः इंजीनियरी का ही विषय मानते हैं। कुछ लोग इस क्रिया को मुख्यतः जल और सेलुलोज का संयोजन ही मानते हैं, इस प्रकार कुछ लोग आह्वन (बीटिंग) को रासायनिक और दूसरी भौतिक क्रिया स्वीकार करते हैं। एक तीसरा वर्ग इसे भौतिक-रासायनिक क्रिया समझता है। हमें इस उलझन को भी छोड़ना पड़ेगा क्योंकि सज्जीकरण की भाँति इस दशा में भी वैज्ञानिक स्पष्टीकरण के पूर्व व्यावहारिक फल प्राप्त हो गया है।

कागज और लुगदी मिलों में अन्य कितनी ऐसी समस्याएँ उठती हैं जो अपेक्षाकृत कम महत्व की होती हैं और जिनका सन्ध कागज-निर्माण की तुलना में अन्य रासायनिक उद्योगों से अधिक होता है। जैसे कागज मशीन में प्रयुक्त होनेवाले तारों के जीवन-काल एवं बनावट के बारे में धातुकर्म विज्ञान से अधिक जाना जा सकता है। कागज के आर्द्र जाल को मशीनों की तार-जाळी पर से अलग करके शीपक रम्भों के ऊपर ले जाने के लिए सर्वोत्तम नमदे वस्त्रोद्योग से ही प्राप्त होते हैं। जल की उचित प्राप्ति तथा उत्प्रवाह का शोधन दोनों ही परम महत्वपूर्ण बातें हैं, विशेषकर यह जान लेने पर इसकी महत्ता समझ में आती है कि १ टन कागज बनाने के विविध क्रिया पदों में १००,००० गैलन जल की आवश्यकता होती है। ये दोनों रसायनज्ञ के ही कार्यक्षेत्र हैं, विशेषतया दूसरी समस्या में उसकी काफी जवाबदारी है क्योंकि पाचित्र के क्षेत्र द्रव में विविध प्रकार के मूल्यवान् उपजान विद्यमान रहते हैं। इन सब के अनिश्चित कच्चे मालों के नियंत्रण के लिए सामान्य वैज्ञानिक रीतियाँ भी अपनायी जाती हैं, विशेषकर लुगदी के मूल्यांकन के लिए प्रामाणिक रीतियाँ विकसित की गयी हैं, जिनसे अब यह सरलता से बताया जा सकता है कि लुगदी का अमुक नमूना कागज मिल में कैसा चलेगा, खरीदने के पूर्व थोक माल का भी परीक्षण कर लिया जा सकता है। अन्त में कागज की भी परीक्षा होनी चाहिए। यद्यपि इन परीक्षाओं की अनिवार्य रीतियाँ भौतिक होती हैं, परन्तु वे रसायनज्ञों की ही जिम्मेदारियाँ होती हैं। कल्पित मिलें ऐसी हैं जहाँ इन दोनों विज्ञानों में भेद समझा जाता है। अधिकांश स्थानों पर भौतिकीविद् भी एक प्रकार का रसायनज्ञ ही माना जाता है, अथवा इसका उलटा भी होता है। इसी कारण से रसा-



यनत्र को कागज के पीछे-पीछे आधुनिक सम्यता की उन सभी शाखाओ-प्रशाखाओ में उत्तरदायित्व वहन करना पड़ता है जिनमें कागज प्रयुक्त होता है। आसजको का प्रयोग तथा छपाई और व्यापन (इम्प्रिगेशन) विधा इत्यादि इसके कुछ उदाहरण हैं, परन्तु कागज रूपान्तर विधाओं में प्लास्टिक का नवागमन विशेष उल्लेखनीय है। कागज अथवा बोर्ड के ऊपर जब प्लास्टिक पोता जाता है अथवा उसके अन्दर व्याप्त किया जाता है तब वह उसमें एक आर्द्रव (वेट स्ट्रेंग) का संचार करता है जिससे उसमें जल, स्नेह, गैसों और वाष्पों के अन्तः प्रवेश के लिए अवरोधी गुण उत्पन्न हो जाता है। इस क्रिया ने सर्वोत्कृष्ट विज्ञान (पैकेजिंग साइन्स) में एक नये अध्याय का समारम्भ किया है। यदि व्याप्त कागज को एक के ऊपर एक को जमाने के लिए इनका प्रयोग किया जाय तो बड़ी उच्च घनता एवं प्रबलता के पदार्थ प्राप्त होते हैं जिनका प्रयोग दन्तिचक्र (गियरव्हील) तथा भवननिर्माण की सामग्री बनाने-जैसे अनेक प्रयोजनों में होता है। सेलुलोज लुगदीयान (पल्पिंग) विधा से प्राप्त क्षेप्य द्रव से एकलित लिग्निन के बने प्लास्टिक का प्रयोग इस प्रकार का एक नया एवं रोचक विकास है।

उपर्युक्त संक्षिप्त विवरण से रसायनज्ञों के प्रति कागज उद्योग के ऋण का पर्याप्त आभास मिलता है। यह ठीक ही कहा गया है कि “इंजीनियर लोग कागज को मिलें बनाते हैं और रसायनज्ञ उन्हें चलाते हैं।”

### ग्रन्थ-सूची

- CLAPPERTON, R H *Paper Making by Hand An Historical Account*  
Shakespeare Head Press.
- CROSS, C F, AND BEVAN, E J *Text-book of Paper Making* E &  
F N Spon, Ltd
- GRANT, J *Books and Documents*. Grafton & Co.
- GRANT, J *Laboratory Handbook of Pulp and Paper Manufacture*.  
Edward Arnold & Co
- GRANT, J *Wood Pulp*. Wm Dawson & Sons, Ltd.
- WEST, C J *Bibliography of Pulp and Paper Making* Lockwood  
Trade Journal Co., Inc

## मुद्रण और लेखन-सामग्री

जी० एल० गिडेल, पी-एच० डी० (लन्दन), एफ० आर० आई० सी०

मुद्रण एवं लेखन-सामग्री उद्योग भी रसायनविज्ञान का काफी ऋणी है क्योंकि न केवल मुद्रण प्रक्रियाओं का विकास रासायनिक अनुसन्धानों द्वारा हुआ है बल्कि उस उद्योग में प्रयुक्त होनेवाले अनेक पदार्थों का उत्पादन रासायनिक नियंत्रण के अन्तर्गत होता है। कागज और रोगनार्ड इस उद्योग के प्रमुख पदार्थ हैं जिनका वर्णन इस ग्रन्थ में अन्यत्र किया गया है।

मुद्रण को केवल टाइपा द्वारा छपाई मानना भूल है, इसकी शाखाएँ उपशाखाएँ बहुत विस्तृत हैं। मुद्रण की तीन मुख्य विधाएँ (प्रक्रियाएँ) होती हैं और प्रत्येक एक दूसरे में भिन्न। प्रथम, अक्षर-मुद्रण, पुस्तक एवं समाचार पत्र छापने के लिए, द्वितीय, शिला-मुद्रण, इन्हार, प्रदर्शन कार्ड, नामपत्र की छपाई तथा डब्लो, निट्टी के वर्तनों इत्यादि को अलंकृत करने के लिए, और तृतीय, प्रकाश-उत्किरण (फोटो ग्राव्यार) चित्रित पत्र-पत्रिकाओं तथा डाक-टिकट की छपाई के लिए।

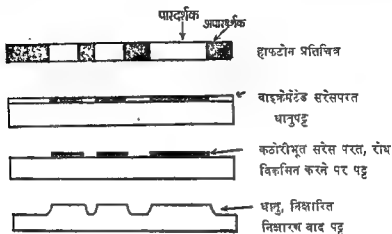
अक्षर-मुद्रण विधा में छपाई का उभरा हुआ तल (रिलीफ सरफेस) होता है, अर्थात् छपाई पट्ट का रोगनार्ड लगनेवाला भाग उभरा रहता है। मुद्रा छपाई के विकास का श्रेय अधिकांश इजीनियरी को है, उद्यम छपाई मशीनें बनाना उसी विज्ञान का कार्य है। इन मशीनों में सबसे निपुणता से बनी एकमुद्र और पक्तिमुद्र प्रकार की स्वन चालित मशीनें हैं, जिनमें मुद्राओं की ढलाई और बैठवाई अपने आप होती है। इनके क्रियाकरण की सफलता प्रयुक्त होनेवाली मुद्र-धातु अर्थात् टिन, ऐण्टीमनी और सीस के मिश्रधातु पर निर्भर होती है। इन मिश्रधातुओं का निर्माण रासायनिक नियंत्रण में होता है। विस्फेपको तथा धातुकर्मज्ञों के निरन्तर प्रयत्न में उनकी प्रिया-शीलता बराबर एकसम बनी रहती है।

हाफ्टोन विधा से चित्रों की छपाई में रासायनिक विज्ञान का महत्वपूर्ण योगदान है। चित्रों की छपाई के लिए चित्र को बिन्दुओं में विघटित किया जाता है और हाफ्टोन विधा में ये बिन्दु विभिन्न परिमाण के होते हैं, गाढ़ी आभा के लिए बड़े तथा हल्की आभा के लिए छोटे। गाढ़ी आभा में बड़े होने के अनिश्चित बिन्दु, हल्की आभा की अपेक्षा, अधिक पाम-पाय होते हैं। किसी समाचार-पत्र में छपे किसी चित्र को हाथ लैस से देखने पर बिन्दु स्पष्ट रूप से दिखाई देंगे तथा यह बात समझ में आ जायगी

हाफटोन प्रतिचित्र<sup>१</sup> साधारण फोटोग्राफी की रीति से बनाये जाते हैं, केवल भेद यह है कि फोटोग्राफी पट्ट के सामने एक मकाच (स्क्रीन) रख दिया जाता है और इसी मकाच पर बिन्दु बनते हैं। मकाच में दो काच-पट्ट जुड़े रहते हैं, जिनमें से प्रत्येक के ऊपर समानान्तर काली रेखाएँ उत्कीर्ण (एम्बेड) रहती हैं और ये दोनों पट्ट इस प्रकार जोड़े जाते हैं कि दोनों की रेखाएँ  $90^\circ$  का कोण बनायें। एक इंच में ५०-२०० रेखाएँ होती हैं और उनकी मोटाई दोनों रेखाओं के बीच रिक्त स्थान के बराबर होती है। मकाच रेखाओं के परिमाण पर ही मुद्रित चित्र के बिन्दुओं की सख्या निर्भर करती है अर्थात् ५० रेखा मकाच पर प्रति इंच ५० बिन्दु अथवा प्रति वर्ग इंच २५०० बिन्दु बनते हैं। तावे अथवा यगद का एक चिकना स्तार<sup>२</sup> लेकर उस पर अमोनियम बाइ-क्रोमेट मिश्रित सरेम की एकमम परत पोत दी जाती है। सूखने पर यह प्रकाश सुग्राही और सरेम कठोर एवं जल अविलेय हो जाता है। छपाई क्रिया में सुग्राहीवृत्त धातुपट्ट को हाफटोन प्रतिचित्र (निगेटिव) के नीचे रखकर कार्बन अथवा मर्करी आर्क के प्रक्षण्ड प्रकाश में विगोपित<sup>३</sup> करके पानी से विकसित करते हैं। कठोरीभूत सरेम को गरम करके और अधिक कठोर करते हैं जिससे अनुगामी निसारण (एचिंग) विधा के प्रति उसमें रोध उत्पन्न हो जाय। तावे का निक्षारण फेरिक-क्लोराइड से और यगद का तनुनाइट्रिक अम्ल से किया जाता है तथा यह क्रिया आवश्यक गहराई प्राप्त होने तक जारी रखी जाती है। पट्ट के न छपनेवाले भाग का निक्षारण हो जाता है, लेकिन छपनेवाला भाग सरेम रोध के कारण सुरक्षित रहता है। (देखिए चित्र पृ० २०५)

हाफटोन विधा और फोटोग्राफी का प्रारम्भ एकसमान है, अतः इसके विस्तृत विवरण के लिए हम पुस्तक के फोटोग्राफी अध्याय को पढ़ना चाहिए। जे० नीप्मे (जिन्होंने १८२५ ई० के लगभग प्रथम प्रकाश उत्त्किरण उत्पन्न किया था), फाबन-टैलवॉट, मृगो पॉन्टॉन, सर जोसेफ स्वान-जैमे फोटोग्राफी के अग्रगामी कार्यकर्ताओं के प्रारम्भिक कार्यों के फलस्वरूप फोटोग्राफी तथा फोटो प्रतिरूपण (रिप्रोडक्शन) उद्योगों की उत्पत्ति हुई और उनके तथा क्रोमियम के आविष्कर्ता लुई वैंक्युलिन तथा १८३२ ई० में कुछ कार्वनिक पदार्थों की उपस्थिति में बाइक्रोमेटो की प्रकाश सुग्राह्यता का प्रथम अनुभव करनेवाले मुकाउ-जैमे प्रारम्भिक रसायनज्ञों के परिश्रमों से मसार की समृद्धि बड़ी तथा असह्य लोभों को जीविका प्राप्त हुई। १८९० ई०

मे फिल्ट्रिडेल्लिफा के मैक्सवेली नामक सस्थान में हाफटोन सकाच बनाया गया था, यद्यपि उसके लगभग आठ वर्ष पहले ही मोजेनवाख ने एक-रेखा सकाचवाला हाफटोन तैयार किया था।



आज की अक्षर-मुद्रण-विधा में कागज, रंगनाई, ग्लिमरीन, सरस के बने वेलन, फोटोग्राफी के सामान, धातु तथा निक्षारण<sup>१</sup> विलयन-जैसी अनेक वस्तुओं की आवश्यकता होती है, और इनमें से बहुतों में विशिष्ट गुणों की भी जरूरत होती है। ये सभी वस्तुएँ रासायनिक विज्ञान की सहायता से ही उत्पन्न की जाती हैं। मभव है, इस सहायता के अभाव में यह उद्योग अपना वर्तमान रूप न प्राप्त कर सका होता।

हाफटोन विधा में रंगीन चित्रों की छपाई भी प्रायः उपर्युक्त रीति से ही होती है, भेद केवल यह है कि मूल चित्र का तीन बार फोटो लिया जाता है, परन्तु हर बार विभिन्न रंग के फिल्टर इस्तेमाल किये जाते हैं। ये फिल्टर नीले, हरे और लाल रंग के होते हैं। इस प्रकार से बनाये गये प्रतिचित्रों से मुद्रण पट्ट तैयार करके क्रमशः पीली, मैजेन्टा और नीली रंगनाई में छपाई की जाती है। चार रंग की छपाई में एक काले रंग का मुद्रण पट्ट भी होता है। मर आइजक न्यूटन, टामम यंग, हेल्म होज तथा बलर्क मैक्सवेल-जैमे विशिष्ट कार्यकर्ताओं के अनुसन्धानों के फलस्वरूप रंगीन

<sup>१</sup> Etching solutions

छपाई का प्रारम्भ हुआ तथा रासायनिक उद्योगों द्वारा उत्पन्न आवश्यक रजक रंग द्रव्य फिल्टर, फोटोग्राफी सामग्री तथा रोशनाई के कारण ही रबीन छपाई की वर्तमान उत्कृष्ट अवस्था संभव हुई है।

बहुधा-मुद्रण पट्टों के द्वितीयक (डुप्लिकेट) भी बनाने पड़ते हैं, ये दोनों रीतियों से बनाये जाते हैं—(१) विद्युन्मुद्रण से (टास० स्पेन्सर ऐण्ड सी० जे० जॉर्डन, १८३९) तथा (२) मान्द्र मुद्रण (स्टीरियो टाइपिंग) (विलियम जेड, १७२५)। विद्युन्मुद्रण के लिए मूलमुद्रण पट्ट का मोम अथवा सीस स्तार<sup>१</sup> पर एक साँचा बनाया जाता है, जिस पर ग्रैफाइट पोत कर उसे विद्युत् सवाहन की शक्ति प्रदान की जाती है। इन्हीं मोम अथवा सीस स्तारों के बने साँचों पर अम्ल कापर सल्फेट विलयन में से तांबे का विद्युत् रोपण (एलेक्ट्रो डिपोजिटिंग) करके द्वितीयक पट्ट तैयार किये जाते हैं। आज का यह उद्योग बोल्टा तथा फैरेडे-जैसे विद्युत्-रसायनज्ञों के प्रारम्भिक कार्यों का फल है और अब भी विद्युन्मुद्रण विलयनों के निबन्ध के नियन्त्रण तथा उस उन्नत करने के लिए रासायनिक अनुसन्धान बराबर चलते रहते हैं। मुद्रण-पट्टों को अधिक टिकाऊ बनाने के लिए अब निकेल और क्रोमियम का भी प्रयोग होने लगा है। निकेल और क्रोमियम पट्टण में रसायनज्ञ का महत्वपूर्ण कार्यभाग रहा है तथा अब भी है। द्वितीयक पट्ट बनाने की दूसरी रीति सान्द्रमुद्रण कहलाती है, जिसमें मूल पट्ट का साँचा 'पेंसिलर मास्को' में बनाया जाता है और फिर इससे टिन, ऐण्टिमनी और सीस के मिश्र-धातु का प्रयोग करके पट्ट ढाल लिये जाते हैं। यह ढलाई बहुधा बड़ी तीव्र गति से होती है जिसके लिए मिश्र धातु में विशिष्ट गुणों की अत्यधिक आवश्यकता होती है। एतदर्थ रासायनिक नियन्त्रण अनिवार्य होता है।

छपाई की दूसरी मुख्य विधा (प्रोसेस) शिलामुद्रण कहलाती है। इसमें सम-तल सतह से छपाई की जाती है, जिसमें छपाई भाग स्नेही होता है तथा शेष भाग इस प्रकार उपचारित रहता है कि उस पर स्नेही रोशनाई नहीं लग पाती। १७९६ ई० में एलॉयम सेनेफेल्डर नामक एक गायक ने इस विधा का आविष्कार किया था और उसका अन्वेषण इतना सम्पूर्ण था कि उसकी विधा में आज तक कोई सारभूत परिवर्तन नहीं किया जा सका। इस विधा में मुद्रित होनेवाली लेख-सामग्री अथवा चित्र धून-पत्थर की एक समतल शिला पर स्नेही रोशनाई से लिखा या बनाया जाता है, शिला के शेष भाग पर तनु नाइट्रिक अम्ल द्वारा अम्लित बबूल गोद विलयन

<sup>१</sup> Sheet lead

पीत कर मुखा दिया जाता है। गिला को पानी में आर्द्र करने पर गोंद की गिल्ली गोली हो जाती है, लेकिन स्नेही रोगनाई पर उनका प्रभाव नहीं पड़ता। पानी सूखने के पहले ही रोगनाई को बेलन को गिला-तल पर फेर दिया जाता है। रोगनाई की स्नेही प्रकृति के कारण आर्द्र गोंद उसे स्वीकार नहीं करता यानी गिल के न छपनेवाले भाग में रोगनाई नहीं लग पानी, परन्तु उसकी छपाई प्ररचना पर रोगनाई लग जाती है और जब उस पर कागज चला कर दबाया जाता है तो वांछित भाग छप जाता है। यद्यपि गिलामुद्रण की विधा का मन्वन्ध तल-रमापन से है और इसे 'रामायनिक छपाई' के नाम से संबोधित भी किया जाता रहा है, फिर भी रमायनजो को इन विधा के अध्ययन का अवसर अभी हाल में ही प्राप्त हुआ है।

यद्यपि अब अलुमिनियम पट्टों का प्रयोग, फोटोग्राफी का प्रयोग तथा अनुलम्ब (ऑफ़ सेट) यशोनों का प्रयोग गिलामुद्रण के मुख्य-मुख्य विकार है। यद्यपि पट्ट १८२० ई० में तथा अलुमिनियम पट्ट १८५० ई० में प्रयुक्त होने शुरू हुए थे यद्यपि भव तो सर्वथा इन्हीं पट्टों का प्रयोग किया जाता है। यह न भूलना चाहिए कि मैने-फ्रेन्डर ने भी धातु पट्टों के प्रयोग की सम्भावना का उल्लेख किया था। गिलामुद्रण में फोटोग्राफी का प्रवेश प्रायः उसी प्रकार से हुआ, जैसे अक्षर-मुद्रण की हाफ्टोन विधा में, जिसका उल्लेख अभी किया जा चुका है। फोटो-गिलामुद्रण का बहुत पुराना प्रयोग (१८४०) अथवा दुष्प्रयोग जाली नोट बनाने में किया गया था। फोटो-गिलामुद्रण की वर्तमान विधा में प्रकाश मुद्राही लेप के लिए वाइकोमित ऐन्वुमेन का प्रयोग किया जाता है। एन्कोन्ने पोर्टबिन ने १८५५ ई० में इसका पेटेण्ट कराया था। ऐन्वुमेन का प्रकाश विक्षेपण द्वारा कठोरीकरण होता है तथा गिलामुद्रण के लिए आवश्यक स्नेही रोगनाई इसी कठोरकृत ऐन्वुमेन पर लग जाती है। अनुलम्ब विधा में चित्र मुद्रणपट्ट पर से एक बेलन के चारों ओर लिपटे रबर के गत्ते पर मजामित हो जाता है और तब उस पर से कागज पर छपता है। इस विधा में टिन पट्टों को भी अलंकारित करना सम्भव हुआ है, यही इसकी विशेषता है। विशेष प्रकार की रोगनाई, अनुलम्ब गत्ते के लिए विनिष्ट रबर के गत्ते बनाकर रमायनजो ने इस विधा के विकास में भी अच्छा हाथ बटाया है।

छपाई की तीसरी मुख्य विधा प्रकाश उत्त्किरण है, जिसमें छपनेवाला लेख अथवा चित्र एक चिकने ताँबे के बेलन पर निक्षारित कर दिया जाता है। यह बेलन रोगनाई के पात्र में घूमता है जिसमें इसके समस्त तल पर रोगनाई लग जाती है। उसके बाद बेलन के चिकने तल पर से रोगनाई एक छुरी से खुरच उठती है, लेकिन निक्षारित अवकाशों में वह भरी रहती है और जब बेलन पर कागज दबाया जाता

है तो उस पर निक्षारित चित्र अथवा लेख कागज पर छप जाता है। बेलन का निक्षारण सर जोसेफ स्वान (१८६५) द्वारा विकसित 'कार्बन' विधा से किया जाता है। एक कार्बन ऊतक अर्थात् वाइक्रोमेट द्वारा सुग्राहीकृत जिलैटिन से पुते कागज के स्तर को प्रकाश उत्त्करण सकाच के नीचे रखकर आर्क दीप प्रकाश में विगोपित किया जाता है। यह सकाच भी पूर्ववर्णित हाफ्टोन सकाच के समान होता है, भेद केवल इतना होता है कि इसकी रेखाएँ पारदर्शक होती हैं तथा उनके बीच का स्थान काला होता है। इस सकाचन विधा के तुरन्त बाद ही सकाचित ऊतक पर उत्पन्न किये जानेवाले विषय के अक्षण्ड तान अस्ति (कॉण्टिनुअस टोन पॉजिटिव) को विगोपित किया जाता है। ऊतक का मुख नीचे करके उसे ताम्र बेलन पर रख कर जल से विकसित कर लिया जाता है। अब कागज को छुड़ाकर जिलैटिन को धो दिया जाता है। जिलैटिन का धोया जाना विगोपन की सीमा पर निर्भर होता है। जहाँ जिलैटिन पर प्रकाश की कड़ी क्रिया होती है वहाँ जिलैटिन कठोर हो जाती है और जल में विलेय नहीं होती, परन्तु जब इस पर थोड़ा प्रकाश पहुँचता है तब यह विलेय रहती है और जल से धुल जाती है। इसका फल यह होता है कि विकसित किये जाने के बाद ताम्र तल पर कठोरकृत जिलैटिन की विविध मोटाईवाली झिल्ली लगी रह जाती है। इसके बाद ताम्र बेलन को फेरिक क्लोराइड विलयन द्वारा निक्षारित किया जाता है। फेरिक क्लोराइड जिलैटिन के द्वारा विस्तृत हो कर नीचेवाले ताम्र-तल को निक्षारित करता है। जहाँ जिलैटिन का स्तर मोटा होता है वहाँ ताम्र-तल पर फेरिक क्लोराइड का मृदु आक्रमण होता है तथा वहाँ छिछला अवकाश (रिसेम) निक्षारित हो पाता है, इसी से चित्र के हलके रंगवाले भाग में अवकाश छिछले होने के कारण उनमें कम रोशनाई भरती है तथा छपाई हलकी होती है। गाढ़े भागों के अवकाश गहरे होते हैं, रोशनाई अधिक भरती है और छपाई भी गाढ़ी होती है। कार्ल क्लिक ने १८९५ ई० में इस विधा का आविष्कार किया था।

उपर्युक्त विधा के वर्तमान क्रियाकरण के प्रत्येक पद में रसायनज्ञ का महत्वपूर्ण कार्यभाग होता है। कार्बन ऊतक का उत्पादन रासायनिक नियंत्रण में किया जाता है। बेलनो पर ताम्ररोपण विद्युदशिक रीति से किया जाता है तथा निक्षारण के बाद उसे अधिक टिकाऊ बनाने के लिए उस पर क्रोमियम का रोपण भी कर दिया जाता है। जिलैटिन रोष के द्वारा विस्तृत होकर फेरिक क्लोराइड से ताम्र का निक्षारण भी एक जटिल रासायनिक विधा है, जिसके सम्बन्ध में अभी हाल में ही अन्वेषण प्रारम्भ हुआ है।

मुद्रण अर्थात् छपाई की मुख्य विधा के अतिरिक्त छपाई और लेखन-सामग्री

उद्योग के अन्य कई ऐसे क्षेत्र हैं जिनमें रसायनज्ञ का महत्वपूर्ण कार्यभाग रहा और अब भी है। पुस्तकों की जिल्द-बर्षाई में चमड़ा, कपड़ा, आसजक<sup>१</sup> सोने के लिए तागा, सोने और कासे के पर्ण इत्यादि का प्रयोग किया जाता है, इन सभी वस्तुओं का उत्पादन रासायनिक नियंत्रण में होता है तथा उनकी उपयुक्तता की जाँच करने के लिए रासायनिक परीक्षाएँ भी निकाल ली गयी हैं। लेखन-मामूरी व्यापार में छपाई की सभी मुख्य विधाओं का प्रयोग होता है, कागज, रोशनार्ई तथा आमजको का बड़ी मात्रा में प्रयोग होना है, इनके अतिरिक्त मुहर लगाने की साख, मूत और रस्सियाँ भी प्रयुक्त होती हैं और इन सभी चीजों के उत्पादन में रसायनज्ञ का कुछ कम योगदान नहीं होता।

### ग्रंथ-मूची

ATKINS, W. • *Art and Practice of Printing*. Sir Issac Pitman & Sons, Ltd

BROMLEY, H. A. *Articles of Stationery and Allied Materials*. Grafton & Co.

BULL A J *Photo-Engraving*. Edward Arnold & Co.

KNIGHTS C. • *Printing : Reproductive Means and Materials*. Butterworth & Co (Publishers) Ltd.

MERTLE J S *Photolithographic Procedure Bulletin No.1*. Cincinnati : International Photoengravers' Union of North America.

### रोशनार्ई

सी० एन्सवर्थ मिचेल, एम० ए०, डी० एस-सी० (बॉक्मन),

एफ० गार० आई० सी०

अंग्रेजी शब्द—'इक', जिसे भारतीय भाषा में रोशनार्ई या मसि कहते हैं, लैटिन शब्द 'एन्काउस्टम' अर्थात् 'बण्ट इन्' से निकला है। क्योंकि प्राचीन काल में मिश्र-

<sup>१</sup> Adhesives



वासियो द्वारा मिट्टी के बर्तन के टुकड़ों पर लिखने के लिए कार्बनीय कालिख का प्रयोग किया जाता था, और लिखने के बाद वे उन टुकड़ों को आंच पर तेंक लेते थे। बुरसा या नरकल की कलम से रंगीन द्रव लगाकर एक प्रकार की लिपि बना लेते थे।

**कार्बन रोशनाई**—दिये की सूदम कालिख को गरेस अथवा गोद के साथ मिला कर कार्बन रोशनाई बनायी जाती थी जिसका प्रयोग यीपत्रों अर्थात् 'पैपिराइ' पर लिखने के लिए किया जाता था। चीनी रोशनाई भी इसी प्रकारका पदार्थ है, लेकिन उसे पीस और दबा करके 'यष्टि' का स्वरूप दे दिया जाता था। यह प्राचीनकालीन कार्बन रोशनाई भारत तथा सुदूर पूर्व के देशों में अब तक इस्तेमाल की जाती है, लेकिन यूरोप में अब केवल कलाकार ही उसका प्रयोग करते हैं और 'आर्टिस्ट्स' ब्लैक इक के नाम से ही मशहूर है। कार्बन रोशनाई के काले कण तत्स्थित सरेम अथवा गोद की सहायता से कागज पर चिपक जाते हैं और सूखने पर बार्निश की तरह चमक उठते हैं। आगे चलकर लौह-टैनिन रोशनाई का उद्भव हुआ, जो कुछ हद तक तन्तुओं में प्रवेश करके कागज के अन्दर एक रमद्रव्य का निर्माण करती थी। रोशनाई के विकास में यह एक उल्लेखनीय कदम है।

**लौह मांगूफल रोशनाई**—मग्नहवी और अठारहवीं शताब्दी में टैनीन विलयन में लौह लवण मिलाकर बनी रोशनाई का प्रचलन था। इंग्लैंड में कार्बन रोशनाई को छोड़कर टैनीन रोशनाई अपनाने में काफी समय लगा, लेकिन लगभग पन्द्रहवीं शताब्दी के अन्त तक टैनीन रोशनाईयो का प्रयोग प्रचलित हो गया था। और चूँकि टैनीन पदार्थ के लिए मांगूफल अर्थात् गाल का प्रयोग होता था इसलिए वह लौह-मांगूफल (आयरन-गाल) रोशनाई कही जाने लगी। लौह लवण के लिए फेरस सल्फेट अर्थात् कासीम का प्रयोग किया जाता था। १७वीं तथा १८वीं शताब्दी में स्थायी काली रोशनाई बनाने में कासीम और टैनीन का सर्वोत्तम अनुपात खोजने के लिए बड़ा अनुसन्धान किया गया था। फलस्वरूप १ भाग कासीम और ३ भाग मांगूफल के मिश्रण को गाढ़ा करने के लिए पर्याप्त गोंद डालकर छोटे-छोटे कुण्डों में खुला छोड़ देने से उसका आंशिक ऑक्सीकरण होता तथा वह थोड़ा और काला हो जाता था। अविलेय आयरन टैनेट कणों को कागज पर चिपकाने के लिए गोंद मिलाया जाता था।

**नीली काली रोशनाई—**लौह-माजूफल रोशनाई का प्रचलन गत शताब्दी के मध्य तक जारी रहा लेकिन १८वीं शताब्दी के अन्त में अनऑक्सीकृत रोशनाइयों का प्रयोग प्रारम्भ हो गया था। इस नये प्रकार की रोशनाई को कुण्डों में छोड़कर उसका ऑक्सीकरण नहीं किया जाता था और अविलेय हो जाने में बचा लिया जाता था। अनऑक्सीकृत अवस्था में उसके स्थायीकरण के लिए उसमें थोड़ा अम्ल मिलाया जाता था जिससे कागज से सम्पर्क होने के पहले उसकी वह अवस्था बनी रहे और तत्पश्चात् तन्तुओं के अन्दर ही उसका आक्सीकरण हो। इस रोशनाई की लिखावट बड़े हल्के पीले रंग की होती थी और ऑक्सीकरण के बाद ही काली होती है, इसलिए ऑक्सीकरण से काली होने तक रंगों बनाने के लिए उसमें इण्डिगो मिला दिया जाता था। ऐनिलीन रजको के आविष्कार के बाद इण्डिगो के स्थान पर नीले, लाल अथवा हरे रजक मिलाये जाने लगे, लेकिन नीला रंग अधिक लोकप्रिय हुआ। इस प्रकार 'नीली-काली' (ब्लू ब्लैक) रोशनाई का नामकरण हुआ।

**ऐनिलीन रोशनाई—**ऐनिलीन रोशनाई का प्रथम प्रयोग १८६१ ई० में प्रारम्भ हुआ। अधिक चलिष्णु होने के कारण स्टाइलोग्राफिक लेखनियों के लिए निप्रोसीन विलयनों का प्रयोग अधिक पसन्द किया जाता था। पुरानी रंगीन रोशनाइयों में प्रयुक्त होनेवाले कोचीनियल, मैडर अथवा इण्डिगो-जैसे प्राकृतिक रजक तथा प्रशान ब्लू अथवा हरिकी (वॉडप्रिम) सद्गुण खनिज रंग द्रव्यों के आलम्बन के स्थान पर इयोसीन और ऐनिलीन ब्लू-जैसे कृत्रिम रजक प्रयोग किये जाने लगे। लेकिन इन ऐनिलीन रोशनाइयों की त्रुटि यह थी कि उनमें तन्तु केवल रंग जाते थे और स्थायी नहीं होते थे। लौह-माजूफल रोशनाइयों की तरह कागज पर ही इनसे कोई रंग द्रव्य नहीं बनता।

**प्रतिलिपि रोशनाई—**लौह-माजूफल रोशनाई की लिखावट की प्रतिलिपि करना कठिन होता है और ऑक्सीकरण के बाद तो संभव ही नहीं होता। अतः व्यावहारिक प्रयोजनों के लिए साधारण रोशनाई की अपेक्षा प्रतिलिपि रोशनाई में अधिक द्रव्य डालने की आवश्यकता होती है। इसीलिए ऐसी रोशनाईमांद्रित रूप में बनायी जाती है तथा उसमें ग्लिसरीन मद्धा एंमे पदार्थ डाले जाते हैं जो कागज पर रोशनाई के ऑक्सीकरण को अवरोध करे। इसमें मूल रोशनाई कुछ समय तक चिपकदार बनी रहने से उसकी एक या अधिक प्रतिलिपियाँ बनायी जा सकती हैं।

**मुद्रण रोशनाई—**छपाई के लिए बनी रोशनाई में जलमी के उबले तेल के साथ मूधमन विभाजित दीप-बालिष्ठ अथवा कार्बन-कालिष्ठ मिली रहती है और जब यह कागज पर लगायी जाती है तो शीघ्र ही सूख कर काले रंग लेप का रूप धारण कर

लेती है। तेल और कालिख का अनपात आवश्यकतानुसार बदलता रहता है, उदाहरणार्थ समाचारपत्र छापने की रोशनाई का निबन्ध किताब की सुन्दर छपाई के लिये बनी रोशनाई के निबन्ध से बहुत भिन्न होता है। ऐसी रोशनाई के तान तथा गुण में हेर-फेर करने के लिए उसमें साबुन, खनिज तेल, रेजीन, प्रगन व्दू इत्यादि सरीखे अन्य सघटक भी मिलाये जाते हैं। रगीन छपाई के लिए कार्बन कालिख के स्थान पर कोई खनिज रंग द्रव्य अथवा कार्बनिक लासक प्रयुक्त होता है। मॉनोस्ट्रल व्दू-जैसी ऐनिलीन की कुछ नयी व्युत्पत्तियाँ इतनी स्थायी मिट्ट हुई हैं कि मुद्रण रोशनाइयों में पुराने रंग द्रव्यों के स्थान पर उनका प्रयोग आसानी से किया जा सकता है। इस प्रकार की रोशनाई बनाने में सघटकों को मयासम्भव सूक्ष्मतम विभाजित अवस्था में प्रयोग करना अनिवार्य है।

**मुद्रलेखन रोशनाई**—पहले मुद्रलेखन (टाइपिंग) रोशनाई के लिए किमी ऐनिलीन रजक (वहुधा मिथिल व्यायलेट) के विलयन में ग्लिसरीन अथवा डेकस्ट्रीन डालकर उसे थोड़ा गाढ़ा कर लिया जाता था, लेकिन अब तो सूक्ष्मत विभाजित अथवा कलिलीय कार्बन से बनी काली रोशनाई बड़ी अधिकता से इस्तेमाल की जाती है। इस रोशनाई में मिथिल व्यायलेट रोशनाइयों की तरह उड़ जाने का अवगुण नहीं होता।

**अंकन रोशनाई**—समार के विभिन्न भागों में अंकन (माकिंग) के लिए विविध पौधों के रसों का प्रयोग किया जाता है। न्यू ग्रेनाडा का 'इक प्लाण्ट' तथा भारतीय भिलावा (माकिंग नट) इसके अच्छे उदाहरण हैं। परन्तु यूरोप में इस प्रयोजन के लिए मुख्यतः रसायनिक रोशनाई का प्रयोग होता है। आजकल भी प्रायः १०० वर्ष पूर्व प्रचलित 'रेडउड्स सिल्वर इंक' के ही आधार पर वाणिज्यिक अंकन रोशनाइयाँ बनायी जाती हैं। अमोनिया में रजत नाइट्रेट का विलयन इनका मुख्य रूप है। इस विलयन से कपड़े पर निसान बनाकर उसे लोहे से गरम कर दिया जाता है जिससे रजत अपचयित (रिड्यूस्ड) होकर काले अवशेष के रूप में स्थायी रूप में जम जाय। चिह्न के स्थिरीकरण के लिए कपड़े को गरम करने की अमुविधा के कारण रजत रोशनाइयाँ जो एक समय बहुत चालू थी, अब कम पसन्द की जाती हैं और उनके स्थान पर ऐनिलीन रोशनाइयाँ इस्तेमाल की जाने लगी हैं। ये समीचीनी होती हैं। इनका निर्माण दो प्रकार से होता है—'द्विविलयन' रोशनाई तथा

एक-विलयन रोगनाई। प्रथम प्रकार की रोगनाई के प्रयोग में किसी ऐनिलोन लवण के विलयन को इस्तेमाल के तुरन्त पहले कापर क्लोराइड और सोडियम क्लोरेट के मिश्रण सदृश ऑक्सीकारक के साथ मिलाया जाता है, जिसमें प्रतिक्रिया वस्त्र के तन्तुओं के ऊपर तथा उनके भीतर होती है और धीरे धीरे ऐनिनीन ब्लैक बनता है, कपड़े के भाग अथवा धावन में यह प्रतिक्रिया त्वरित होती है। परन्तु इसके प्रयोग की विधा भी रजत रोगनाई की प्रयोग-विधा से किसी प्रकार कम अनुविधाजनक नहीं, इसलिए एक-विलयन ऐनिलोन रोगनाई की माँग बड़ी। यह रोगनाई जब तक बोतल में बन्द रहती है उसका ऑक्सीकरण नहीं होता। ऐसी रोगनाइयों के इस विलम्बित आक्सीकरण की रीति अब तक व्यापारिक रहस्य ही है।

मिली-जुली रोगनाइयाँ—कुछ विशिष्ट प्रयोजनों के लिए बनायी गयी रोगनाइयों में नवादी (मिम्पैथेटिक) रोगनाई है जिसका प्रयोग गांपनीय लेखनों में किया जाता है। इनमें ऐसे द्रव पदार्थ होते हैं जिनसे लिखने पर सद्य कुछ प्रत्यक्ष नहीं होता और उनके अक्षर किसी विशेष स्थापक द्वारा उपचार के बाद ही उभरते हैं। फुटकर रोगनाइयों में स्टेन्सिल रोगनाई भी गिनी जा सकती है, यह पतली काली अथवा रंगीन वार्निश होती है। काठ और हाथी दंत इत्यादि पर लिखने के लिए भी विशेष प्रकार की रोगनाइयाँ बनायी जाती हैं। चेक रोगनाइयों कि विशेषता यह होती है कि उनमें ऐसे मघटक मौजूद रहते हैं, जिनकी प्रतिक्रिया चेक पर में लेख मिटाने के लिए इस्तेमाल किये जानेवाले रसद्रव्यों के साथ होती है, अतः वे मरलता से नहीं मिटायी जा सकती।

## ग्रन्थ-सूची

- HINRICHSSEN F. W. *Die Untersuchung von Eisengallustinten*  
 LEHNER S. *Die Tinten-Fabrikation*,  
 MITCHELL C. A. *Inks Their Composition and Manufacture* Charles  
 Griffin & Co. Ltd  
 MITCHELL C. A. *Documents and their Scientific Examination*, Charles  
 Griffin & Co. Ltd,  
 MITCHELL C. A. *Allen's Commercial Organic Analysis*, J & A.  
 Churchill Ltd  
 MITCHELL C. A. : *Recent Advances in Analytical Chemistry*, J & A.  
 Churchill Ltd

- NEAL R. O. AND PERROTT G. S. J - *Carbon Black*. Bulletin No. 192, U. S. A Dept. of Interior Bureau of Mines.
- SCHLUTTIG, O , AND NEUMANN, G. S. : *Die Essengallustinten*.
- SEYMOUR A - *Modern Printing Inks*. Ernest Benn Ltd.
- UNDERWOOD ■ . AND SULLIVAN, J V - *The Chemistry and Technology of Printing Inks* D Van Nostrand Co., Inc.
- BUREAU OF STANDARDS, WASHINGTON . *Composition, Properties and Testing of Printing Inks* Circular, No 55.

## पेन्सिल

(स्वर्गीय) जॉन सैण्डर्सन, एफ० आर० आई० सी०

धीपत्रो (पैपिराइड) पर अक्षर अंकित करने के लिए वुड्स के प्रयोग का उल्लेख किया जा चुका है। 'पेन्सिल' शब्द का उद्भव लैटिन के 'पेन्सिलस' शब्द से है, जिसका शाब्दिक अर्थ है 'छोटी दुम'। प्रारम्भिक काल में कुछ लिखने के लिए लकड़ी, कोयले अथवा उसी प्रकार के अन्य पदार्थों का प्रयोग किया जाता था। हाथी दाँत, चर्मपत्र अथवा कागज पर चिह्न बनाने के लिए सीस इस्तेमाल किया जाता था इससे 'लेड पेन्सिल' तथा 'ब्लैक लेड' जैसे भ्रामक शब्दों का आज भी प्रयोग किया जाता है, यद्यपि वस्तुस्थिति यह है कि आजकल पेन्सिल बनाने में जो ग्रेफाइट इस्तेमाल किया जाता है उसमें प्रायः सम्पूर्णतः कार्बन ही होता है, लेड का तो उसमें नाम तक नहीं होता। प्लम्बगो अथवा ग्रेफाइट से बनाये गये चिह्न सीस से बने चिह्नों से अधिक काले होते हैं।

१६वीं शताब्दी के प्रारम्भ में कम्बरलैण्ड स्थित बॉरोडेल नामक स्थान में ग्रेफाइट पाया गया था। वहाँ इसके बेढगे आकार के बड़े ठोस टुकड़े मिलते थे। इनकी पतले-पतले पत्तों में काटा जाता था और इन पत्तों को दूसरी ओर से काटकर लम्बी चौकोर छड़ें बना ली जाती थी और इन्हीं को लकड़ी में धानीगत (एन्केस्ट) कर दिया जाता था और पेन्सिल तैयार हो जाती थी।

पेन्सिल बनाने की ग्रेफाइट बहुत वर्षों तक केवल बॉरोडेल की खानों से ही प्राप्त होती रही। फलतः उसे प्राप्त करने के लिए बड़ी स्पर्धा करनी पड़ती थी। उक्त खान में साल में केवल ६ सप्ताह काम करने के लिए वहाँ की ससद में एक अधिनियम

पारित हुआ और खान की सुरक्षा का यथेष्ट प्रबन्ध किया गया, चोरी रोकने के लिए साल के बाकी समय में उसमें पानी भर दिया जाता था।

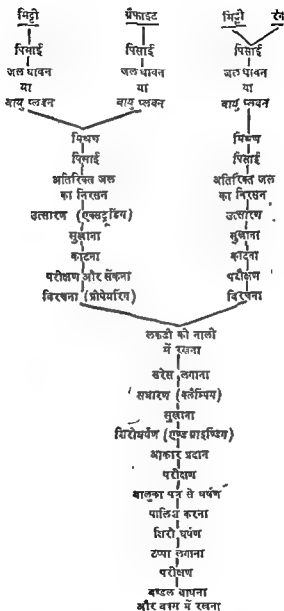
फिर भी १९वीं शताब्दी के प्रारम्भ में यह खान समाप्त हो गयी और अनेक पेन्सिल-निर्माताओं ने कोई उपयुक्त प्रतिस्थापक ढूँढ़ निकालने के लिए बड़े व्यापक प्रयत्न किये। पहले तो उन्होंने क्षेप्य को पीसकर विविध मिश्रणों के साथ उसकी छड़े बनायी। इनमें केवल एक ही कठोरता की पेन्सिल बन पायी, जब कि उस समय विभिन्न कठोरतावाली पेन्सिलों की माँग होने लगी थी। इसकी पूर्ति के लिए विभिन्न अनुपात में बारीक पिसी ग्रेफाइट और मिट्टी मिलाकर उनकी पट्टियाँ बनायी गयी और उन्हें सँककर पक्का किया जाने लगा। इस विधा के आविष्कार का श्रेय पेरिस के कॉण्टे को है। इस रीति से १४ अथवा उसमें अधिक कोटि की कठोरता उत्पन्न की जा सकी, इनकी सीमा ६ H (हार्ड) से लेकर ६ B (ब्लैक) तक थी तथा HB (हार्ड-ब्लैक) मध्य की कोटि थी।

ग्रेफाइट, प्लम्बैगो अथवा ब्लैक लेड समार के अन्य भागों में भी पाये जाते हैं, इनके दो प्रकार होते हैं—केलासीय और अनाकार। सर्वोत्तम केलासीय श्रेणी धीलका से प्राप्त होती है, वहाँ यह बड़े-बड़े चिपटे पट्टों अथवा शल्कलों के रूप में मिलता है। इसकी पिमाई में बड़ी कठिनाई होती है तथा इसमें काला चिह्न भी नहीं बनता, अतएव इसका प्रयोग पेन्सिल बनाने के लिए नहीं किया जाता, लेकिन बारीक पिमाई तथा कुछ रासायनिक उपचार करके थोड़ा भाग इस काम में लगाया जा सकता है। अनाकार ग्रेफाइट के मुख्य प्रकार बॉहेमिया, बेवेरिया, मेक्सिको तथा कोरिया में पाये जाते हैं। खान से निकालने के बाद यह पानी के साथ खूब बारीक पीसा जाता और विभिन्न तडागों में से पार कराया जाता है। बड़े-बड़े कण प्रथम तडाग में ही नीचे बैठ जाते हैं और सूक्ष्म कण पाँचवें अथवा छठवें तडाग में बह जाते हैं, वही उनको एकत्र कर लिया जाता है। मिट्टी का भी वैसा ही उपचार किया जाता है।

गत कुछ वर्षों से जलवाहन के बजाय वायु-प्लवन (एअर फ्लोटिंग) विधा प्रयुक्त होने लगी है। पिसी ग्रेफाइट अथवा मिट्टी को चलते हुए पसे के सामने डाला जाता है और वह हवा के झोंके से कई वेश्मों में होकर गुजरते हैं और अपनी सूक्ष्मता के अनुसार विभिन्न वेश्मों में बैठते चले जाते हैं। सूक्ष्मतम कण अन्तिम वेश्म में जमा होते हैं।

इस रीति में तैयार ग्रेफाइट और मिट्टी को वाछित अनुपात में जल की सहायता से एक में मिलाकर उसकी घोट्टाई की जाती है जिससे आवश्यक कोटि की चिकना-हट उत्पन्न हो जाय, उसके बाद अतिरिक्त जल को निचोड़कर निकाल दिया जाता

## वेन्सिल निर्माण



है। इस प्रकार एक सुषट्य पुञ्ज तैयार हो जाता है जिसे उच्च दाब से एक ठप्पे अथवा माँचे के द्वारा उत्सारित (एक्सट्रूडेड) करके आवश्यक माप एवं आकार की पट्टियाँ बना ली जाती हैं। इन्हें आच में सँकने के बाद कुछ वसाओं तथा मोमों के मिश्रण से उपचारित कर दिया जाता है। इन प्रकार वह काष्ठ में बन्द करने के लिए तैयार हो जाता है।

प्रायः सभी पेन्सिलें देवदार की लकड़ी (विडारउड) से बनती हैं क्योंकि वह बड़ी मोपी, उष्ण कणोंवाली तथा मुग्यम होती है। लाल अथवा पेन्सिल देवदार को 'जुनियरस बर्जिनियाना' कहते हैं तथा वह जुनियर जाति का होता और फ्लोरिडा तथा संयुक्त राज्य के अलबामा और टेनेसी अंशों में पाया जाता है। इसने लेबनान के देवदार का भ्रम नहीं होना चाहिए क्योंकि वह सर्वथा भिन्न कुल का होता है। फ्लोरिडा देवदार की अल्पता के कारण उसके उपयुक्त प्रतिस्थापक की बड़ी व्यापक खोज की जा रही है। कोनिरा में एक लाल देवदार मिला है, लेकिन इसकी लकड़ी बड़ी कठोर होती है और पेन्सिल के उपयुक्त बनाने के लिए उनका रासायनिक उपचार करना पड़ता है।

कैलिफोर्निया (यू० एन० ए०) में मिलनेवाले इन्लेन्स देवदार (लेब्रानोडम डिकरेन्स) के बारे में भी उपर्युक्त बात लागू है। पेन्सिल बनाने के लिए प्रयोग करने के पहले इसका भी रासायनिक उपचार आवश्यक है। इस लकड़ी को एक पेन्सिल के बराबर लम्बे तथा २ से ६ तक पेन्सिलें निकलने भर को मोटे टुकड़ों में काट लिया जाता है। इन टुकड़ों में सैंडपाइट की पट्टी रखने के लिए पतली नाली बनायी जाती है और दो टुकड़ों को मरेम से जोड़ दिया जाता है। जब वे पूरी तरह से सूख जाते हैं तब उन्हें मशीन में डाल दिया जाता है, जो टुकड़ों की चौड़ाई के अनुसार उन्हें २-६ पेन्सिलों में काट देती है। विभिन्न माप एवं आकार की—गोली, पट्टकोणीय अथवा त्रिकोणीय पेन्सिलें बनाने के लिए इस मशीन का आपरिवर्तन (आल्टरेसन) किया जा सकता है। आकार ठीक हो जाने पर उन्हें बालुकापत्र में रगड़ा जाता है तथा पालिश करके बक्खों में रख दिया जाता है।

रंगीन पेन्सिलों के बनाने के लिए मिट्टी में मिन्दूर, प्रथम जू, क्रोम ऐलो, गैरिक (ऑकर) तथा बन्धुकी (जम्बर) जैसे रंग को एक साथ पीसकर पट्टियाँ बना ली जाती हैं। ये पट्टियाँ भेकी नहीं जाती बरन् वसाओं और मोमों के मिश्रण से उपचारित की जाती हैं जिससे वे बड़ी और चिकनी हो जाती हैं, तदनन्तर वे भी ब्लैक लेड की भाँति लकड़ी में रखी जाती हैं।

प्रतिलिपि-पेन्सिलें जल-विलेय ऐनिलीन रंगों से बनायी जाती हैं। कुछ अन्य



विशेष प्रयोजनों के लिए भी पेन्सिलें बनायी जाती हैं, जैसे काच अथवा चीनी मिट्टी पर लिखने के लिए अथवा शल्य चिकित्सकों द्वारा त्वचा पर लिखने के लिए। लिनेन पर लिखने के लिए लिनेन-अंकन पेन्सिलें भी होती हैं।

पेन्सिल बनाने के सब मिलाकर लगभग ५०० विभिन्न सूत्र हैं, जिन पर कड़ा रासायनिक नियंत्रण रहता है। ये सूत्र प्रत्येक सस्या के अपने-अपने रहस्य माने जाते हैं, लेकिन उनकी उत्तमता तथा उनके कच्चे मालों की शुद्धता एवं उपयुक्तता का उत्तरदायी रसायनज्ञ ही होता है। मशीनें तो मुख्यतः लकड़ी के टुकड़े तैयार कर उन्हें पेन्सिल का आकार प्रदान करती हैं। बड़े-बड़े कारखानों में उनकी अपनी कर्मशाला होती है जहाँ इंजीनियर लोग नयी मशीनें बनाते रहते हैं तथा पुरानी की मरम्मत करते रहते हैं।

## अध्याय ११

### संसिलिष्ट रेजीन तथा प्लास्टिक; रंगलेप तथा वार्निश

#### संसिलिष्ट रेजीन तथा प्लास्टिक

भी० ए० रेडफान, बी० एस-सी०, पी-एच० डी० (लिब०),  
एफ० आर० आई० सी०

‘संसिलिष्ट रेजीन’ में यह भ्रम होना सम्भव है कि इन पदार्थों की प्रकृति एवं रासायनिक बनावट प्राकृतिक रेजीनों के समान है और वे केवल कृत्रिम रूप से उत्पन्न किये गये हैं। किन्तु यह केवल भ्रम मात्र है, वे तो विभिन्न रासायनिक निबन्धवाले रेजीनीय पदार्थ हैं जो सन्श्लेषण रीतियों से तैयार किये जाते हैं। ‘प्लास्टिक’ शब्द का प्रचार अमेरिकी विद्वानों ने इसी शताब्दी के दूसरे दशक में किया था और अब यह एक जातिनाम के रूप में प्रयुक्त होने लगा है। इसके अन्दर कुछ ऐसे स्वच्छन्द कार्वनिक पदार्थ भी शामिल हैं, जिनकी निर्माण के किसी पद पर एक सुघट्ट (प्लास्टिक) अवस्था रही हो और जो सामान्यतः उसी अवस्था में ताप और दाब के प्रयोग में मन चाहे आकार के बनावट आवश्यकतानुसार ठाड़ा करके जमा लिये गये हैं। बहुधा संसिलिष्ट रेजीन ही प्लास्टिकों के आधार होती हैं, लेकिन बहुत से प्लास्टिक संसिलिष्ट रेजीनों से नहीं बनाये जाते, साथ ही कुछ संसिलिष्ट रेजीनों ऐसी भी होंगी हैं जिनका प्लास्टिक के अतिरिक्त अन्य और भी प्रयोग है।

प्लास्टिकों को दो मुख्य वर्गों में विभाजित किया जा सकता है, यद्यपि यह कोई पूर्ण विभाजन नहीं है, बल्कि इसमें कुछ हद तक अतिच्छादन (ओवरलैपिंग) भी हो गया है।

(क) उष्मस्थाप (थर्मोसैटिंग) प्लास्टिक जो ताप के प्रभाव से मृदु हो जाते हैं, तथा तापन जारी रखने पर कठोर और अगलनीय हो जाते हैं।

(ख) उष्म प्लास्टिक (थर्मो प्लास्टिक) जो गरम करने पर मृदु होते और उसी अवस्था में दबाकर-बाधित आकार के बना लिये जाते हैं, परन्तु कठोरीकरण के लिए उन्हें ठाड़ा करना पड़ता है। औद्योगिक दृष्टि से इनका विशेष गुण यह है कि इनके क्षेपों को फिर से इस्तेमाल किया जा सकता है।

सर्वाधिक महत्ववाले उष्ण-स्थाप प्लास्टिक फिनाल-फार्मालिडहाइड रेज़ीन से व्युत्पन्न होते हैं। कोलतार से प्राप्त फिनाल तथा मिथेनाल के उत्प्रेरक आवसी-करण से तैयार किया गया फार्मालिडहाइड इसका निर्माण-पदार्थ है। १८७२ में वायर ने यह उल्लेख किया था कि फिनालो एव ऐलिडहाइडो की प्रतिक्रिया से रेज़ीनीय पदार्थ उत्पन्न किया जा सकता है। पुराने कार्बनिक रसायनज्ञों के लिए तो रेज़ीनीय पदार्थ एक अभिशाप होते थे क्योंकि उन्हें केलासन विधा द्वारा विशुद्ध बनाना सम्भव नहीं है और न उनके ऐसे भौतिक नियतांक (कान्स्टैण्ट) ही होते हैं जिनका उल्लेख बील्स्टीन की सारणियों में किया जा सके। १८९३ ई० में जी० टी० मॉर्गन द्वारा फिनाल और फार्मालिडहाइड से एक भूरे रंग की रेज़ीन बनाये जाने का पुनः उल्लेख मिलता है, परन्तु फिनालिक रेज़ीनो की दूसरी बार निकलने पर भी उस समय इसके सबन्ध में कोई औद्योगिक चेतना जाग्रत नहीं हुई।

इस शताब्दी के प्रथम दस वर्षों में जब कि फिनाल और फार्मालिडहाइड केवल रासायनिक प्रतिकर्मक मात्र नहीं रह गये थे वरन् औद्योगिक पैमाने पर उनका उत्पादन होने लगा था, तब एच० एल० बेकलैण्ड नामक एक अमेरिकी नागरिक ने (जो मूलतः बेन्जियन थे) फिनाल फार्मालिडहाइड के बने सामान तैयार किये और उन्हीं के नाम पर ऐसे पदार्थों को 'बेकालाइड' कहा जाने लगा। मौलिक अथवा एन्-बद रेज़ीनो का निर्माण फिनाल और फार्मालिडहाइड की प्रतिक्रिया को अमोनिया से उत्प्रेरित करके किया गया था। निष्पन्न रेज़ीन विलेय, तथा ठण्डी अवस्था में ठोम होती है, परन्तु गरम करने पर द्रव हो जाती और फिर रखर जैसी और अन्ततः कठोर, भगुर और अविलेय। ऐसी रेज़ीने अब भी स्पिरिट विलेय परितापन प्रलासो (स्टोविंग लैक्स), तथा उच्च आघातरोधी (शॉक रेजिस्टिंग) ढलाई पदार्थों के उत्पादन में प्रयुक्त होती हैं, जिनमें पूरको के रूप में कपड़े अथवा लम्बे रेसोवाले सबलन (रीइन्फोर्सिंग) पदार्थ इस्तेमाल किये जाते हैं। इसके अलावा उपर्युक्त प्रकार की रेज़ीने पत्रदलीय (लैमिनेटेड) वस्तुओं के बनाने में भी प्रयुक्त होती हैं। इनके निर्माण में सूती कपड़े, कागज, फनवस अथवा ऐसबेस्टस कपड़ों में रेज़ीन भरकर उनकी कई तहें गरम करके एक साथ दाब दी जाती हैं। इन पत्रदलीय वस्तुओं का प्रयोग विद्युत् पृथक्करण (इन्सुलेशन), अलंकारिक पट्टन, मौन दन्तिचक्र (साइलेंट गियर व्हील) और ब्रेक इत्यादि के लिए किया जाता है। युद्धकाल में पत्रदलीय फिनालिक पदार्थों का प्रयोग वायुयानों के कुछ राचनिक भागों में भी किया जाता रहा है।

फिनाल रेज़ीनो का सबसे बड़ा उपयोग ढलाई बूनाँ (मॉर्लिंग पाउडर) के बनाने में है, जो अब द्विपद विधा से बनती है। फिनाल और कुछ अपर्याप्त फार्मलिड-

हाइड की प्रतिक्रिया अम्लावस्था में कराया जाती है, जिनमें पर्याप्त अकठोरकारी (नॉन-हाईड्रोजन) रेजीन बन जाती है, इसे 'नोबोर्न' कहते हैं। इसको हेक्जामिथिलीन-टेट्रामीन नामक फार्मल्लिहाइड और अमोनिया के एक योगिक के साथ गरम करके कठोर किया जाता है। हेक्जा एक फार्मल्लिहाइड दाता एवं पैंटिक उत्प्रेरक का काम करता है और इस विधा से प्राप्त कठोर रेजीन भी प्रायः सभी प्रयोजनों के लिए कठोरकृत एकपद रेजीन के समान होती है। ढलाई चूर्ण के निर्माण में नोबोर्न, हेक्जा, रंग पदार्थ, सॉचा स्नेहक सुषटक (मोल्ड लुब्रिकेंट प्लास्टिमाइजर) एवं पूरक पदार्थ अर्थात् काष्ठ-चूर्ण अथवा छोटे ऐम्बेस्टम तन्तु अथवा खनिज चूर्ण का उष्म मिश्रण किया जाता है, परन्तु मिश्रण को कठोरावस्था के पूर्व ही बन्द तथा ठंडा करके विघटित कर लिया जाता है। इस रीति से प्राप्त चूर्ण में इस्पात साँचों में उष्म दाब से मिनटों में विविध आकार की वस्तुएँ बना ली जाती हैं। बहुधा आपनप्त मृद पटों (प्लेट्स) वाले द्रवचालित निपीड इस्तेमाल होते हैं। ऐसी वस्तुओं का सर्वाधिक प्रयोग बिजली के सामान बनाने में किया जाता है। सामान्यतः फिनॉलिक प्लास्टिक हलके रंग के नहीं होते। फिनॉल प्लास्टिकों के उत्पादन में उनके सजातीय योगिक, विशेषकर त्रिमॉल मिश्रणों का भी बहुत हद तक प्रयोग किया जाता है, लेकिन इनसे बनी वस्तुएँ यद्यपि सस्ती परन्तु मध्यम गुणवाली होती हैं।

फिनॉल-फार्मल्लिहाइड प्लास्टिक में एक 'कास्ट फिनॉलिक रेजीन' बही जाती है। इसके लिए विशिष्ट रीति से एक फिनॉल-फार्मल्लिहाइड चातनी बनायी जाती है जिसे सीम साँचों में ढालकर तथा मध्यम ताप पर कई दिनों तक सँक करके कठोर किया जाता है। ऐसी रेजीन बड़ी, उत्तम, हलकी और स्थायी होती है तथा इनसे रंगीन, पारदर्शक तथा बहुरंगी और चित्रित वस्तुएँ बनायी जा सकती हैं। हजानत के बुरुम, छुरी तथा छातों की मुठिया, किबाडों के मुण्डे बनाने में इस प्रकार की रेजीन का बड़ा इस्तेमाल होता है।

उष्म-स्थाप प्लास्टिक का दूसरा महत्वपूर्ण वर्ग यूरिया और फार्मल्लिहाइड से व्युत्पन्न किया जाता है। कार्बन डाइऑक्साइड और अमोनिया के उच्च दाब में अनाथित संयोजन से यूरिया का सदलेपन किया जाता है। १९२८ ई० में यूरिया-फार्मल्लिहाइड के ढलाई चूर्ण बाजार में दिवने लगे थे। इसके निर्माण की द्विपद विधा है, प्रथम पद में क्षारीय उत्प्रेरक की उपस्थिति में यूरिया और फार्मल्लिहाइड विलयन की साधारण ताप पर प्रतिक्रिया होती है और फिर सल्फाइड काष्ठ-लुग्दी तथा काष्ठ-चूर्ण-जैसे पूरक मिलाकर सुखाया और पीसा जाता है, इसमें कोई गुप्त अम्ल कठोरकारक भी प्रयुक्त होता है। इस चूर्ण की भी उष्म ढलाई प्रायः उसी प्रकार

होती है जैसे फिनालिक चूणों की, भेद केवल इतना होता है कि इसमें अपेक्षाकृत ऊँचे दाब तथा न्यून ताप की आवश्यकता होती है। इन दोनों प्रकार के उष्म-स्थाय प्लास्टिकों का सबसे बड़ा अन्तर यह है कि यूरिया प्लास्टिक हल्के स्थायी रंगों में प्राप्य है जब कि फिनाल प्लास्टिक का रंग हल्का नहीं होता। इस प्रकार की रेजिन से भी पत्रदलीय पदार्थ बनाये जाते हैं, परन्तु ऐसे पदार्थों के लिए प्राविधिक कारणों से साधारण यूरिया की जगह सल्फर सजातीय यौगिक-थायोयूरिया का प्रयोग अधिक अच्छा माना जाता है। यूरिया प्लास्टिक के बहुरंगी होने के कारण इसका प्रयोग मुख्यतः सुन्दर और फैन्सी चीजों के बनाने में किया जाता है।

यूरिया-फार्माल्डिहाइड प्लास्टिक की एक त्रुटि भी है, फिनाल प्लास्टिक की तुलना में इसका आर्द्रता अवशोषण बहुत अधिक है। एक त्रिअमिनो यौगिक, मेलानीन को भी यूरिया की ही तरह फार्माल्डिहाइड के साथ संयुक्त करके रेजिन और प्लास्टिक पदार्थ उत्पन्न किया जाता है, जिसका आर्द्रता-रोधी गुण अधिक उन्नत होता है। मेलानीन का वाणिज्यिक उत्पादन प्रारम्भ हो गया है तथा उसके बाद मेलानीन-फार्माल्डिहाइड प्लास्टिक का विकास भी संभाव्य है।

सेलुलायड उष्म प्लास्टिक पदार्थों का अग्रणी है, जो गन-काटन की अपेक्षा कम नाइट्रोजन मात्रा वाले नाइट्रो सेलुलोज (वस्तुतः सेलुलोज नाइट्रेट) तथा कपूर मिला कर बनाया जाता है। इस योग में कपूर एक सुषटक अर्थात् प्लैस्टिसाइजर का काम करता है। सुषटक का तात्पर्य ऐसे पदार्थों से है जिनके मिलाने से प्लास्टिकों की भंगुरता कम होती है और उसका ढलाई गुण उन्नत होता है। १८५५ ई० में साउथ वेल्स के बरी पोर्ट पर एलेक्जेंडर पार्कस ने गन काटन और अरण्ड तेल से एक नाइट्रो सेलुलोज प्लास्टिक तैयार किया था, लेकिन सेलुलायड का प्रथम वाणिज्यिक उत्पादन न्यूजर्सी (यू० एम० ए०) के 'ह्याट बदर्न' द्वारा १८६९ ई० में हुआ। समय-समय पर नये-नये प्लास्टिकों के प्रचलित होते रहने पर भी सेलुलायड अभी तक अपने स्थान पर बना हुआ है। इस पदार्थ की ज्वलनशीलता ही इसका बहुत बड़ा दोष था, सो अब वह भी बहुत हद तक कम कर दिया गया है, इसका संस्तरण, इसकी नाग्यता तथा क्रियाकरण की सुविधा तो इसके ऐसे गुण हैं, जिनकी वजह से आजकल भी इसका व्यापार जारी है। छुरी तथा दन्त ब्रुश की मुठियाँ, कधियो तथा सिनेमा की फिल्मों बनाने के लिए सेलुलायड का सर्वाधिक प्रयोग होता है।

१९१४—१८ के प्रथम महायुद्ध के प्रारम्भिक काल में वायुयानों के पक्षों के प्रलेपन के लिए नाइट्रो सेलुलोज प्रलाभ का प्रयोग किया जाता था। आगे चलकर ज्वलनशीलता कम करने के लिए सेलुलोज नाइट्रेट के स्थान पर इन प्रलेपों में सेलुलोज

एमिटेड प्रयुक्त होने लगा, तथा सेलुलोज एमिटेड के उत्पादनार्थ बड़े-बड़े सयन्त्र लगाये गये। युद्ध के बाद इन सयन्त्रों द्वारा उत्पन्न सेलुलोज एसिटेड की विशाल मात्रा के उपयोग का रास्ता ढूँढना पड़ा। फलस्वरूप एसिटेड रेयान उद्योग का जन्म हुआ और सेलुलोज एसिटेडप्लास्टिक रेयान की एक शाखा के रूप में प्रगट हुआ। किसी मुघटक (प्लास्टिसाइजर) के साथ सेलुलोज एमिटेड के संयोजन से वह पदार्थ बनता है जो एक ममय अज्वलनशील सेलुलायड के नाम से ज्ञात था। सेलुलायड के स्थान पर सेलुलोज एसिटेड प्लास्टिक इस्तेमाल किये जा सकते हैं, लेकिन वे उतने मजबूत नहीं होते और साथ ही मँहगे भी होते हैं। सेलुलोज एसिटेड प्लास्टिक की श्रेष्ठता यह है कि इसका प्रयोग अन्त क्षेपी ढलाई (इन्जेक्शन मोल्डिंग) के लिए किया जा सकता है। इस प्रकार की ढलाई में प्रोथ (नॉजल) लगे रम्भ में से एक प्रवेशी (प्लम्बर) की सहायता से तप्त प्लास्टिक पदार्थ को ठण्डे सॉने में उत्सारित किया जाता है, जहाँ जाकर प्लास्टिक तुरन्त जम जाता है। यह विधा जटिल आकारवाली वस्तुएँ, जिनमें अन्त प्रवेशी कोण (रीइन्ट्रेण्ट ऐंगिल्स) होते हैं, बनाने में विशेष उपयोगी है।

प्रायः सभी उष्म प्लास्टिक पदार्थ अन्त क्षेपी ढलाई के लिए उपयुक्त होते हैं। गत कुछ वर्षों में एक प्रकार की अन्त क्षेपी ढलाई जिसे सकामण ढलाई (ट्रान्सफर मोल्डिंग) कहते हैं उष्म-स्थाप प्लास्टिकों के लिए प्रयुक्त होने लगे हैं।

पिछले दस वर्षों के अन्दर 'इथेनायड' कही जानेवाली संश्लिष्ट रेजीनों का महान् औद्योगिक विकास हुआ है। इथिलीन की व्युत्पत्तियाँ इनके निर्माण पदार्थ माने जा सकते हैं, स्टाइरीन, विनाइल एसिटेड, विनाइल क्लोराइड, एक्रिलिक एसटर तथा स्वयं इथिलीन इनमें से मुख्य हैं। ऐसे किसी द्विवन्ध (डबल-बॉण्ड) पदार्थ में पालीमराइज करने की शक्ति होती है, अर्थात् एक ही यौगिक के अनेक अणु परस्पर समुक्त होकर पॉलीमर का एक बड़ा अणु उत्पन्न कर देते हैं। और ये पालीमर उष्म-प्लास्टिक पदार्थ होते हैं तथा इनके विशेष गुणों के कारण इनकी उपयोगिता बढ़ती जा रही है।

पाली स्ट्रीन अपने विशिष्ट जलरोधी एवं विद्युत गुणों के लिए विशेष उल्लेखनीय है और उच्चावृत्ति (हाई फ्रिक्वेन्सी) विद्युत् पृथक्करण में प्रयुक्त होता है।

मशोषित पॉली विनाइल एमिटेड में उच्च नाभ्यता तथा उत्तम आसजन<sup>१</sup> गुण होता है, अतः यह अमेरिका में पत्रदनीय निरापद काच (लैमिनेटेड सेप्टी ग्लास)

<sup>१</sup>Adhesion

वनाने के लिए बड़ा उत्तम माना गया है। पाली विनाइल क्लोराइड भी यदि उपयुक्त ढंग से संयोजित किया जाय तो उसमें खर सरीसृप नाम्यता तथा जल और तेल-रोधी विद्युत गुण आ जाते हैं तथा उसका शीघ्र ह्राम अथवा क्षय भी नहीं होता, इसलिए बिजली के नाम्यसमुद्री तारों के आवरण के रूप में वे प्रयुक्त होते हैं।

पॉली ऐक्रिलिक एस्टरो में बड़ी उच्च कोटि की स्वच्छता होती है तथा ताप परिवर्तनों का उन पर विशेष प्रभाव नहीं पड़ता, इसलिए वे वायुयान कवच (स्पूज-लेज) बनाने के लिए विस्तृत रूप से प्रयुक्त होते हैं। हाल में इन एस्टरो का प्रयोग दन्त पट्ट एवं कृत्रिम दाँत बनाने के लिए भी होने लगा है।

पॉली इथिलीन अत्यधिक नाम्य एवं खर-जैसी होती है। समुद्री तारों के आवरण के लिए उसका इस्तेमाल होता है। इथेनायड रेजीनों के नवीन विकास से डाइ-ऐलिल थलेट सदृश दो इथेनायड ग्रन्थनों (लिंकेज) वाले मानोमरो का उत्पादन होने लगा। इन मानोमरो के पालीमरीकरण से उष्मस्थाप रेजीन प्राप्त होती है। यद्यपि औद्योगिक क्षेत्र में इथेनायड रेजीनों का प्रभाव प्रायः पिछले १० वर्षों में ही हुआ है, लेकिन दैक्षणिक दृष्टि से तो काफी समय से उनका अध्ययन किया जाता रहा है। वैज्ञानिक साहित्य में पॉलीस्टीन का प्रथम उल्लेख सन् १८३९ ई० में किया गया था तथा पॉली विनाइल एसिटेट सन् १९१२ ई० में, पॉली विनाइल क्लोराइड १८७२ ईसवीं में और पॉली ऐक्रिलिक एस्टर १८८० ईसवी में ज्ञात हुए थे।

सॉलिड रेजीन एवं सॉलिड खर के बीच की एक कड़ी के रूप में इथेनायड रेजीनों का विशेष महत्त्व है।

रिनेट नामक एम्बोइम से मथित दूध का उपचार करने पर केजीन प्राप्त होती है। इस केजीन को धोकर तथा सुखाकर इससे प्लास्टिक पदार्थ बनाये जाते हैं। केजीन में उसके भार का २०% जल मिला कर एक जेल तैयार किया जाता है तथा मशीन में ढालकर उसे समाग (होमोजेनियम) बनाया जाता है और अन्त में इस पदार्थ को फार्मल्लिहाइड के एक तनु विलयन में ढाल कर कठोर बनाया जाता है। समागन के बाद प्राप्त पदार्थ उष्म प्लास्टिक होता है और उसे दबा करके उसके स्तार बनाये जा सकते हैं, लेकिन फार्मल्लिहाइड से उपचार करने के बाद वह

अधिक कड़ा तथा कम जल-अवशोषक हो जाता है और असात ही ऊष्म-प्लास्टिक रह जाता है।

इंग्लैण्ड में केजीन प्लास्टिकों का विकास लगभग १९१२ ई० में प्रारम्भ हुआ था तथा इनका प्रयोग विशेषतया बटन और वस्त्रों बनाने के लिए किया जाता है। एनदर्थ इन प्लास्टिकों की आश्चर्यजनक मात्रा प्रयुक्त की जाती है। इनका एक बड़ा लाभ यह भी है कि इन्हे विविध रंगों और रूपों में परिवर्तित किया जा सकता है और साथ ही इनमें पदार्थों में वह कृत्रिमता भी दक्षित नहीं होती जो विद्युत् संश्लिष्ट प्लास्टिकों की बनी वस्तुओं में दिखाई पड़ती है। यह एक विशिष्ट गुण है, जिसके कारण तथा साथ ही पाय सस्ता होने के कारण उच्च जलावशोषण के बावजूद और नये नये प्लास्टिक पदार्थ आ जाने पर भी केजीन प्लास्टिक तथा उसमें बने पदार्थ अब भी खूब प्रचलित हैं।

ग्लिसरॉल तथा थैलिक ऐन्हाइड्राइड की प्रतिक्रिया से 'ऐलिकड' नामक रेजीन बनती है, जो अपेक्षाकृत मन्दर ऊष्मस्थायी गुणवाली होती है। प्लास्टिक के रूप में तो इसका सीमित प्रयोग होता है, जम्बक के साथ कुछ विशिष्ट विद्युत्-पृथक्करण कार्यों में ही सामान्यतः इसका इस्तेमाल किया जाता है।

कुछ प्राकृतिक रेजीन भी प्लास्टिकों के रूप में प्रयुक्त होती रही हैं। शिलैक अर्थात् लाल, जो कुछ कीटों का निर्यास होता है, किनी समय विद्युत्-पृथक्करण के लिए व्यापक रूप से इस्तेमाल किया जाता था, परन्तु अब इसके स्थान पर फिनॉलिक प्लास्टिकों का अधिक प्रयोग होने लगा है। लेकिन फिर भी ग्रामोफोन के रेकार्ड बनाने के लिए आजकल भी लस सबसे महत्वपूर्ण रेजीन है।

ग्लिसोलाइट एव रैफीलाइट जैसे प्राकृतिक विद्युत्मनों और तारकोल से भी कुछ ऊष्म-प्लास्टिक पदार्थ बनाये जाते हैं। इन विद्युत्मनों का मुख्यतः ऐनब्रेन्टस जैसे पूरकों के साथ मयोजन किया जाता है तथा अम्ल-रोधी बैटरी-बकन तैयार करने में इनका मुख्य प्रयोग होता है।

प्लास्टिक में प्रयुक्त होने के साथ-साथ रंगलेपों, वार्निशों एव एनामलों में संश्लिष्ट रेजीनों का बड़ा प्रयोग होता है। यह उनका बड़ा महत्वपूर्ण विकास माना जाता है। इन रंगलेपों में मुख्यतः अलनी और तुग तेल जैसे शोषक तेल, कुछ रंग-द्रव्य, वाष्पशील तरलक (घिनर) तथा ऐसे घातवीर्य शोषक होते हैं जो वायु-शोषण को त्वरित करते हैं। तेलवार्निश में शोषक तेल, शोषक, रेजीन और तरलक होते हैं तथा रंगद्रव्ययुक्त तेल-वार्निश ही एनामल कहा जा सकता है। शोषक तेल का प्रयोजन एक पतला स्तर बनाने का होता है और रेजीन से अच्छी चमक, आसन्नता



अर्थात् चिपकाऊपन तथा ऋतुसहता के गुण आते हैं, जब कि रगद्रव्य से रंग एवं गोपन (हार्डिङ) गुण उत्पन्न होते हैं तथा तरलक में श्यानता कम होती है जिससे बुरुश से लेप करने में सुविधा हो। पहले रोजीन (कोलोफोनी) तथा कागो कोपल जैसे शोपक तेल-विलेय प्राकृतिक रेजीनो का प्रयोग होता था। इन प्राकृतिक रेजीनो में कुछ ऐसे दोष थे जिनका कुछ निवारण इनको ग्लिसराल के साथ समुदित करके रोजीन एस्टर तथा कोपल एस्टर बनाकर किया जाता था। साधारण फिनाँल-फार्मलिड-हाइड रेजीन शोपक तेलो में विलेय नहीं होती, परन्तु रोजीन के साथ, अथवा अच्छा हो कि रोजीन एस्टर के साथ, मिलाकर इन्हें अधिक तेलविलेय बनाया जा सकता है। गत १० वर्षों में प्राप्त अनुभव से यह ज्ञात हुआ है कि अगर पारा-टर्शरी-म्यूटाइल अथवा अमाइल फिनाँल जैसे पारा-प्रतिस्पर्धित फिनालो और फार्मलिडहाइड की प्रतिक्रिया करायी जाय तो शोपक तेलो में सीधी विलेय रेजीन बन जाती है। "१००% फिनालिक तेलविलेय रेजीन" के व्यापारिक नाम से इनका बड़ा विस्तृत प्रयोग होने लगा है। तेलविलेय रेजीनो में तेलसंशोधित ऐल्किडों का भी एक महत्त्वपूर्ण वर्ग है। ग्लिसरॉल और थैलिक ऐन्हाइड्राइड से बने ऋजु ऐल्किड तो शोपक तेलो में अविलेय होते हैं, परन्तु यदि थैलिक ऐन्हाइड्राइड के एक अंश के स्थान पर शोपक-तेल-वर्मीय अम्ल जोड़ दिया जाय तो उनकी तेलविलेयता बहुत बढ़ जाती है। कुछ विशिष्ट रीति में बनी यूरिया-फार्मलिडहाइड रेजीन ऐरो-मैटिक हाइड्रोकार्बनो में विलेय होती हैं, और प्रायः तेलसंशोधित ऐल्किडों के साथ रगलेपों में ये रेजीन भी इस्तेमाल की जाती हैं, इनसे अधिक कठोर स्तर प्राप्त होता है।

स्तर-काष्ठ (प्लाइवुड) उद्योग के पुनः प्रतिष्ठापन एवं विस्तार में सश्लिष्ट रेजीनो का बड़ा महत्त्वपूर्ण कार्यभाग रहा है। प्रारम्भ में लकड़ी के पतले पतले स्तारों को मरेम में जोड़कर स्तर-काष्ठ बनाया जाता था, परन्तु ऐसे स्तर-काष्ठ का आद्रता-रोध अत्यन्त लघु था तथा सरेम के कारण उसमें फफूँदी उत्पन्न हो जाती थी, फलतः वह बहुत टिकाऊ नहीं होता था।

आगे चलकर फिनाँल-फार्मलिडहाइड तथा यूरिया-फार्मलिडहाइड मेलानीन के बने आसंजको के प्रयोग से बड़े उत्पन्न एवं टिकाऊ स्तर-काष्ठ बनने लगे। लकड़ी जोड़ने के लिए अब इसी प्रकार की सश्लिष्ट रेजीनो का प्रयोग होने लगा है। 'मास्किवटो' नामक वायुयानों की रचना सश्लिष्ट रेजीन आसंजको का सबसे रोचक युद्धकालीन विकास है। ये वायुयान सश्लिष्ट रेजीन में जोड़ी गयी लकड़ी और स्तर-काष्ठ से बनाये गये थे।

शिकन न पड़नेवाले कपड़ों का उत्पादन जथा जल-विलेय आयनों<sup>१</sup> का निरसन<sup>२</sup> (जैसे जल-मृदुकरण) संश्लिष्ट रेजीनों के प्रयोग के अन्य रोचक उदाहरण है।

पुराने प्रतिष्ठित रासायनिक उद्योगों की तुलना में न्यूनतम पूँजी के हिसाब से संश्लिष्ट रेजीन तथा प्लास्टिक उद्योग कदाचित् बहुत छोटा है, परन्तु फिर भी रासायनिक उद्योगों में यह सबसे अधिक सक्रिय उद्योग है। इसका प्रत्यक्ष प्रमाण यह है कि गत वर्षों में लिये गये रेजीनों और प्लास्टिकों के पेटेण्टों की संख्या रासायनिक उद्योग के अन्य किसी विभाग के पेटेण्टों में कहीं अधिक है। प्लास्टिक पदार्थ बनाने के लिए नाइट्रोसेलुलोज, फिनॉल, फॉर्मलिडहाइड, मेनुलोज एसिटेट, यूरिया, ग्लिसरॉल तथा थैलिक ऐन्हाइड्राइड मनुष्य पूर्व-ज्ञात रासायनिक यौगिकों का प्रयोग करके यह उद्योग जमाया गया था। इन निर्माण-वस्तुओं के उत्तरोत्तर बढ़ते हुए प्रयोग से निम्न पदार्थों के मूल्यों में भी बराबर कमी होती गयी है।

अब तो एकमात्र संश्लिष्ट रेजीनों तथा प्लास्टिकों के उत्पादनार्थ ही निर्माण-वस्तुएँ बनायी जाने लगी हैं। यह इस उद्योग की नवीन अवस्था है। तेलविलेय रेजीनों के लिए पारा-टर्शरी-फिनॉल, पॉलीऐथिलिक एस्टर प्लास्टिक के लिए मिथिल मेथाक्रिरेट तथा 'नाइलॉन' के लिए लम्बी शृंखलावाले डाइऐमाइड और लम्बी शृंखलावाले डाइकार्बाक्सिलिक अम्लों के उत्पादन इसके सुन्दर उदाहरण हैं।

यांत्रिक इंजीनियरी की दृष्टि से आज उत्पादन के हेतु भी इस उद्योग ने एक नयी दिशा अपनायी है। अब स्वतः चालित ठोलाई प्रेशों के उपयोग से निम्न वस्तुएँ बड़ी द्रुतगति से तैयार होती हैं तथा केवल छोटी-छोटी चीजें ही नहीं बल्कि बड़े-बड़े पदार्थ तैयार करने के यत्न बन गये हैं। प्लास्टिक के ढले हुए नबमपुट, उपस्कर (फर्नीचर) वायुयानों के पंख तथा आत्मवाहनो के ढाँचे बनाने की योजना भी बन रही है।

### ग्रन्थमूची

- BURK, THOMSON, WEITH AND WILLIAMS *Polymensation* Reinhold Publishing Co  
 ELLIS, CARLETON *Synthetic Resins and their Plastics*. Reinhold Publishing Co

*High Polymers, Vols. I, II, III, IV, V and VI, Interscience Publishers Inc.*

MORRELL, R. S. *Synthetic Resins and Allied Plastics.* Oxford University Press.

ROWELL, H. W. *Technology of Plastics.* Plastics Press, Ltd.

SUTERMEISTER, E., AND BROWNE, F. L. : *Casein and its Industrial Applications* Reinhold Publishing Co.

## रंगलेप और वार्निश

एच० डब्लू० कीनैन, पी-एच० डी० (कैम्ब्रिज), एफ० आर० आई० सी०

ठोस रंगद्रव्य (पिग्मेण्ट) के सूक्ष्म कणों को तेल अथवा वार्निश के माध्यम में मिलाकर या विलेपित करके रंगलेप (पेण्ट) तैयार किया जाता है और उसकी अन्तिम गाढ़ता को उसमें ट्थेण्टाइन अथवा अन्य उपयुक्त तरलक<sup>१</sup> डालकर कार्यानुकूल बनाया जाता है।

रंगलेप व्यापार में प्रयुक्त कच्चे मालों अर्थात् निर्माणद्रव्यों में रसायनविज्ञान के प्रयोग का वर्णन निम्नलिखित शीर्षकों के अन्तर्गत किया जा सकता है—

(१) रंगद्रव्य—ह्वाइट लेड, जिंक ह्वाइट, लिथोपेन, ऐण्टीमनी ह्वाइट और टिटैनियम ह्वाइट रंगलेपनिर्माण में सामान्यतः प्रयुक्त होनेवाले रंगद्रव्य अर्थात् 'पिग्मेण्ट' हैं। रासायनिक अनुसन्धानों से ही इन द्रव्यों का विकास हुआ है, जिसके द्वारा उनकी बनावट यानी सूक्ष्मता, अपारदर्शिता, तेल-अवशोषण गुण, विपातुता तथा टिकाऊपन जैसे गुणों के बारे में हमारे ज्ञान की वृद्धि हुई है। तेल-अवशोषण गुण से हमारा तात्पर्य तेल की उस मात्रा से ही है जिसे रंगद्रव्य में मिलाने से एक कड़ा लेप बन जाय।

रंगद्रव्य-ज्ञान में रासायनिक विकास एवं प्रगति का आभास तत्संबन्धी अनुसन्धानों से प्राप्त होता है। ये अनुसन्धान-कार्य मदा आवश्यकताओं एवं कठिनाइयों के अनुरूप रहे हैं। उदाहरण के लिए ह्वाइट लेड (स्वैत सीस) रंगलेप को लीजिए, यह गंधकयौगिक-मिश्रित औद्योगिक वातावरण में काला पड़ जाता है, इस दोष

को दूर करने के लिए ज़िक ह्वाइट (यसद श्वेत) का प्रयोग होने लगा। परन्तु ज़िक ह्वाइट को कुछ माध्यमों के साथ पीसने में विशेष कठिनाई अनुभव होने लगी, जिसका निवारण लियोपोन का प्रयोग करके किया गया। लियोपोन की अपनी अन्य विशेषताएँ एवं उपयोगिताएँ भी हैं। आगे चलकर औद्योगिक रंगद्रव्यों, विशेषकर शीकरन द्वारा व्यवहृत होनेवाले द्रव्यों के विकास में महत्तम अपारदर्शिता तथा सगतता (कांपैटिबिलिटी) वाले रंगद्रव्यों की आवश्यकता हुई। इसकी पूर्ति के लिए ऐण्टि-मनी ह्वाइट तथा टिटैनियम ह्वाइट का प्रचलन प्रारम्भ हुआ।

उपर्युक्त श्वेत रंगद्रव्यों को अलसी के तेल में मिलाने से जो रासायनिक संयोजन होता है, उसकी सीमा अलग-अलग रंगद्रव्यों के लिए भिन्न-भिन्न होती है, फलतः उनसे बने लेपों की प्रत्यास्थता, कठोरता तथा टिकाऊपन जैसे गुणों में भी अन्तर आ जाता है। रसायनविज्ञान की सहायता से रंगलेप-निर्माता इन बिषयताओं को दूर करने में सफल हुए हैं और अब ऐसे रंगलेप तैयार करने लगे हैं जिनके गुण और प्रकृति पूर्वनिश्चित योजना के अनुसार बनायी जा सकती हैं। श्वेत लेपों के रंग-रोध का भी अध्ययन किया गया तथा बहुमूल्य रंगों के प्रयोग में मितव्ययिता का समावेश किया जा सका।

विविध कारणों से कभी-कभी 'विस्तारक' (एक्सटेंडर्स) कहे जानेवाले कुछ अक्रिय पदार्थों को मिलाकर रंगीन अथवा श्वेत रंगद्रव्यों का सान्द्रण कम करने की भी आवश्यकता होती है। बहुत समय तक विस्तारकों का प्रयोग केवल रंगलेप को सन्तार करने का साधन माना जाता था। परन्तु यह सिद्ध किया गया कि यदि विस्तारकों का ठीक-ठीक प्रयोग किया जाय तो रंगलेप के सामान्य गुणों में काफी उन्नति होती है और कुछ दशाओं में तो उनका टिकाऊपन भी बढ़ जाता है। बैराइट, चाक, चीनी मिट्टी, जिप्सम, तालक, सिलिका तथा इसी प्रकार के रासायनिकतया तैयार किये गये अन्य पदार्थ विस्तारक के रूप में प्रयुक्त होते हैं।

अस्थापन (ग्राफ़िंग) रेड-लेड का विकास भी बड़ा उल्लेखनीय है। रेड लेड में २ : १ के अनुपात में सीम-मॉनोआक्साइड और मीम-पराक्माइड के अणुओं का मिश्रण होता है। पहले तेल में रंगद्रव्य मिलाने के तुरन्त ही बाद रेड-लेड रंगलेप को इन्फेजल करना पड़ता था, क्योंकि रंगद्रव्य का बहुत शीघ्र स्थापन (सेटिंग) हो जाता था। लेकिन अब अस्थापन रेड-लेड की प्रयुक्ति से इसकी आवश्यकता नहीं रही, क्योंकि केवल सीम-मॉनोआक्साइड प्रयोग करने में जो कठिनाई उत्पन्न होती थी वह मॉनोआक्साइड और पराक्माइड के मिश्रण से दूर हो गयी और अब मिश्रित रंगलेप को सतापजनक अवस्था में महीनों तक रखना सम्भव है।

पीत रंगद्रव्यों में पीले सीसक्रोमेट मुख्य होते हैं, परन्तु इनमें भी काला पड़ जाने का बड़ा भारी अवयुग है। रसायनज्ञों ने इस समस्या को भी हल किया तथा वर्तमान पीत-क्रोमो का प्रयोग करने लगे, जिनमें काला पड़ने की प्रवृत्ति बहुत कम होती है। निर्माण काल में रासायनिक एवं भौतिक अवस्थाओं के समुचित नियंत्रण से अधिक चमकदार तथा स्वच्छ आभावाले रंगद्रव्य और रंगलेप तैयार करना संभव हुआ है। इन्हीं अनुसन्धानों के फलस्वरूप सुन्दर स्कारलेट क्रोम भी उत्पन्न किया जा सका है।

पीले क्रोमो को तनिक प्रशन्न ब्लू के साथ मिलाकर हरे रंगद्रव्य बनाये जाते हैं, परन्तु इनमें 'प्लवन' (फ्लोटिंग) का एक विचित्र दोष होता है जो दोनों रंगों के पुष्पकरण के कारण ही होता है। लेकिन अब इस पुष्पकरण का कारण ज्ञात हो जाने से अप्लवन (नॉन-फ्लोटिंग) प्रकार के हरे क्रोमो का उत्पादन होने लगा है।

नीले रंगद्रव्यों में अल्ट्रामेरीन ब्लू, प्रशन्न ब्लू, कोबल्ट ब्लू तथा 'मोनास्ट्रल फास्ट ब्लू' के नाम से ज्ञात रंगद्रव्य उल्लेखनीय हैं। बहुत दिनों तक इंग्लैंड को अल्ट्रामेरीन ब्लू के लिए अन्य देशों पर निर्भर रहना पड़ता था, किन्तु आगे चलकर स्वयं ब्रिटिश रसायनज्ञों के अध्यवसाय से उच्च कोटि का अल्ट्रामेरीन ब्लू उसी देश में बनने लगा। अल्ट्रामेरीन ब्लू प्रकाश एवं धारसह होता है लेकिन अम्लसह नहीं, दूसरी ओर प्रशन्न ब्लू प्रकाशसह और अम्लसह होता है परन्तु धारसह नहीं। लेकिन मोनास्ट्रल ब्लू में प्रकाश, अम्ल और धार तीनों के प्रति प्रबल सहता होती है। यद्यपि इसका आविष्कार सर्वथा भिन्न यौगिकों का निर्माण करते समय संयोगवश हो गया था, किन्तु इसका वैज्ञानिक विकास संयोग की बात नहीं बरन् यह पौष्पणिक एवं औद्योगिक अनुसन्धान के पारस्परिक सहयोग पर आधारित है। ऐसी सहकारिता का यह उत्तम उदाहरण भी है।

उपर्युक्त रंगद्रव्य अकार्बनिक वर्ग के हैं। इनके अलावा अनेक सुन्दर-सुन्दर कार्बनिक लाक्षक रंगद्रव्य भी उत्पन्न तथा प्रयुक्त होते हैं। किसी उपयुक्त लवण द्वारा शुद्ध रजक का अवक्षेपण करके लाक्षक (लेक) बनाया जाता है। परन्तु इस प्रकार तैयार किये गये इन शुद्ध किन्तु महंगे लाक्षकों का सामान्य रंगद्रव्यों के रूप में प्रयोग करना आर्थिक दृष्टि से लाभप्रद नहीं है। इसलिए बैराइट, अलूमीना अवका चीनी मिट्टी जैसे किसी उपयुक्त पीठ की उपस्थिति में उपर्युक्त क्रिया सम्पन्न की जाती है। इन पीठों पर लाक्षक स्थापित करने से न केवल उनका मूल्य कम होता है बरन् रंग की पूरी चमक भी निखर उठती है। बहुत से उद्योगों में ऐसे रासायनिक यौगिकों का प्रयोग होने लगा है जो पहले केवल प्रयोगशालाओं में प्रतिकर्मक के रूप में प्रयुक्त

होते थे। किन्तु ऐसे यौगिकों की सख्या में अन्य कोई उद्योग लाक्षक रंगद्रव्य-उद्योग का मुकाबला नहीं कर सकता।

(२) माध्यम—अल्सी का तेल रंगलेपों के लिए प्रमुख माध्यम है। प्रति वर्ष इंग्लैण्ड में सट्थो टन अल्मी अजैण्टाइन, कलकत्ता तथा वांटिक से मँगायी जाती है। हाककाग से आयातिन 'चाइनीज उड वायल' मुख्यतः वार्निश बनाने के काम आता है। इन दोनों तेलों के प्राविधिक गुणों का उल्लेख आगे किया जायगा। रंगलेप-उद्योग में छोड़ी मात्रा में पेरिल्ल तेल (मचूरिया), सोयाबीन तेल (हिन्दचीन), नाइजर-मीड तेल (भारत) तथा मत्स्य तेल (न्यू फाउण्डलैण्ड) भी प्रयुक्त होते हैं।

(३) तरलक—विशुद्ध अमेरिकी टर्पेण्टाइन सर्वोत्तम तरलक (डिनर) माना जाता है। यद्यपि इसका उत्पादन अमेरिका में सबसे अधिक मात्रा में होता है लेकिन फ्रान्स, यूनाइटेड किंगडम, रूस तथा स्पेन जैसे देशों में भी इसका उत्पादन होता है। पाइन वुड्स के रेजिनीय नियाम में ही टर्पेण्टाइन प्राप्त होता है। 'ऑलिफो-रेजिन' बहे जानेवाले इस नियाम के आमचन में एक जल-घुलनशील द्रव के रूप में टर्पेण्टाइन प्राप्त होता है तथा एक ठोस पदार्थ अवशेष रहता है जिसे रोजीन अथवा गघराल कहते हैं। रंगलेपों के लिए टर्पेण्टाइन एक स्वीकृत तरलक है, लेकिन इसका मुख्य अधिक होने के कारण इसके प्रतिस्पर्धक की खोज स्वाभाविक थी। फलतः टर्पेण्टाइन प्रतिस्पर्धक के रूप में आजकल 'ह्वाइट स्पिरिट' बहुनायत में प्रयुक्त होने लगी है। यह जल घुलनशील तथा मीठी गंधवाला एक पेट्रोलियम आसुत है, जिसमें न केवल टर्पेण्टाइन के अनेक अच्छे विलायक गुण हैं वरन् बहुत सी दशाओं में यह उसमें भी अच्छा माना जाता है। मुख्यतः रुमानियाई, अमेरिकी तथा वांटियाई पेट्रोलियम से ह्वाइट स्पिरिट प्राप्त की जाती है। उनमें से अन्तिम को अपने अच्छे विलायक गुणों के कारण अधिक पसन्द किया जाता है।

कोलतार आमचन में प्राप्त बेंजाल, टोलुअल, जाइलल तथा विलायक नैफ्था भी विशेष प्रकार के रंगलेपों के लिए प्रचुर मात्रा में इस्तेमाल किये जाते हैं।

तरलक उत्पादन की नयी रीतियाँ मालूम करने के लिए भी रसायनविज्ञान का अच्छा उपयोग किया गया है। अब तक क्षेप्य यानी बेकार समझे जानेवाले पदार्थ टर्पेण्टाइन उत्पादन के लिए कच्चे माल के रूप में प्रयुक्त होने लगे हैं तथा निरपयोगी समझे जानेवाले इन द्रव्यों में ह्वाइट स्पिरिट तैयार की जाने लगी है। यदि इस सदर्भ में मेन्थुलोज तथा आधुनिक सिलिस्ट पदार्थों का उल्लेख किया जाय तो वाणिज्यिक विलायकों की ऐसी वृहत् सूची तैयार हो जायगी जिसमें अनेक ऐसे विलायक शामिल होंगे जिनका बहुत सी वर्तमान पाठ्य पुस्तकों में भी वर्णन नहीं है।

**आलंकारिक रंगलपों का प्राविधिक विकास**—अलसी के तेल में किसी एक राश-द्रव्य को पीसकर तथा उसमें टर्पेन्टाइन की समुचित मात्रा मिलाकर उसे बुरा में पोतने योग्य बनाया जाता है। आलंकारिक रंगलेष बनाने का यह सरलतम उपाय है। किन्तु यह समझाने के लिए कि यह मरल मिश्रण किस प्रकार एक जल-मह एव प्रत्यास्थ स्तर का रूप धारण करता है, अलसीतेल जैसे शोषक तेल की रासायनिक प्रकृति का थोड़ा दिग्दर्शन कराना पड़ेगा। अलसी के तेल में बहुत से वसीय अम्लों का जटिल मिश्रण होता है। ये वसीय अम्ल ग्लिसरॉल में संयुक्त होते हैं इसी लिए ऐसे तेल 'वसीय अम्लों के ग्लिसराइड' कहे जाते हैं। इन ग्लिसराइडों का विशेष गुण यह है कि इनमें ऑक्सीजन से संयोजन की क्षमता होती है जिससे उनकी रचना थोड़ी और जटिल हो जाती है और फलस्वरूप वह अपनी तरलावस्था छोड़कर एक ठोम रूप धारण कर लेते हैं। इसी को तेल का शोषण अथवा मूलना कहते हैं; यह परिवर्तन हवा की उपस्थिति में ही होता है। अगर एक काचपट्ट पर अलसीतेल की एक पतली परत पोत दी जाय तो उपर्युक्त रासायनिक क्रिया की पूर्ति में ३-४ दिन लगेंगे यानी तेल मूलकर ठोम हो जायगा। इस प्रतिक्रिया को त्वरित करने की भी रीतियाँ और साधन हैं। अगर तेल को  $500^{\circ}$  फ० ताप पर खुली हवा में उवाला जाय अथवा उससे भी अच्छा हो कि उवालते समय उसमें सीम अथवा मैंगनीज अथवा कोबल्ट की थोड़ी मात्रा डाल दी जाय तो प्राप्त तेल के मूलने में ३-४ दिन के बजाय ८-१२ घण्टे ही लगेंगे। त्वरण-प्रभाव उत्पन्न करने के लिए घातु-तेल का आवश्यक अनुपात बहुत कम होता है तथा अलग-अलग घातु के लिए भिन्न होता है। सीस और मैंगनीज का मात्रा अगर क्रमशः ०.२ और ०.०५ न हो तो अलसी तेल २४ घण्टे में मूल जायगा। हाँ, ये दोनों घातु मदा एक साथ प्रयुक्त होते हैं।

सीम, मैंगनीज और कोबल्ट की थोड़ी मात्राओं द्वारा उत्पन्न उपर्युक्त त्वरण-प्रभाव वषों में रासायनिक अनुसन्धान का विषय रहा है और आज भी इसका कोई ऐसा स्पष्टीकरण नहीं किया जा सका है जिस पर सभी कार्यकर्ता सहमत हो सकें। केवल इतना कहा जा सकता है कि ये घातु तेल के आम-याम की हवा के ऑक्सीजन-अणुओं का ग्लिसराइड अणु तक सक्रमण तथा वसीय अम्लों द्वारा उनकी अवशोषण-क्रिया का त्वरण करते हैं, इसी लिए उन्हें शोषक अथवा 'ड्रायर्स' कहते हैं। इस प्रयोजन के लिए सीम लियार्ज (लेड मॉनोक्साइड), रेड-लेड तथा सीम-एमिटेट के रूप में सीम और मैंगनीज डाइऑक्साइड अथवा मैंगनीज सल्फेट या बोरेट के रूप में मैंगनीज का प्रयोग किया जाता है। यद्यपि कोबल्ट का प्रयोग अभी कभी एमिटेट के रूप में किया जाता है परन्तु साधारणतः अलसीतेल और रोजीन में क्रमशः कोबल्ट

लिनोलियेट अथवा रोजिनेट बनाकर उसका प्रयोग किया जाता है। सीस तथा मैगनीज के लिनोलियेट अथवा रोजिनेट भी शोपक के रूप में प्रायः प्रयुक्त होते हैं। सीस मैगनीज अथवा कोबाल्ट नैप्थिनेट नवीनतम शोपक हैं। ये यौगिक नैप्थिनिक अम्ल नामक एक पेट्रोलियम व्युत्पत्ति तथा उपर्युक्त धातुओं के किमी लवण की प्रतिक्रिया से तैयार किये जाते हैं। ऐसा कहा जाता है कि लिनोलियेटो अथवा रोजिनेटो की तुलना में नैप्थिनेट अधिक उत्तम शोपक है और इसमें अधिक टिकाऊ लेप प्राप्त होते हैं, परन्तु सब बात यह है कि इनमें से प्रत्येक का अपना-अपना उपयोग है। ये शोपक बिलयन के रूप में प्राप्य होते हैं तथा 'टेरीवीन' अथवा 'तरल शोपक' के नाम से बिकते हैं। इन शोपकों को इस्तेमाल करते समय उपर्युक्त धातवीय यौगिकों की सक्रियता का बराबर ध्यान रखना चाहिए क्योंकि कई बार उनका आधिस्थ भी हानिकर मिद्ध होता है।

**तेल रंगलेप**—उपर्युक्त वर्णन से स्पष्ट हो गया होगा कि किसी धातवीय शोपक की उपस्थिति में अलसी तेल का विशिष्ट व्यवहार ही रंगलेप-प्रौद्योगिकी का आधार-भूत मिद्धान्त है। केवल रंगद्रव्य, अलसी तेल और टर्पेन्टाइन मिले हुए मरल रंगलेप ही इस व्यापार में 'तेल रंगलेप' के नाम से जाने जाते रहे। बहुत वर्षों तक यही रंगलेप प्रमुख महत्व के माने जाते थे। लेपी के रूप में रंगलेप खरीदकर और अपने अपने अनुभव के अनुसार रंगलेप करनेवाले उसमें तेल, वार्निश अथवा टर्पेन्टाइन मिलाकर उसे अपने काम लायक बना लेते थे। इसमें सदेह नहीं कि इन पुराने रंगलेपों को द्वारा निर्मित लेप आधुनिक कारीगरों की कारीगरी से यदि उत्तम नहीं तो किसी प्रकार उनमें कम मनोपजनक तो नहीं होते थे। कुछ लोग तो यह भी मानते हैं कि पुरानी रीतियाँ अधिक उत्तम थी, लेकिन ऐसी तुलना करने में एक भ्रान्ति भी होती है जिसका निवारण आवश्यक है। लेप किये जानेवाले तेलों को उचित ढंग से तैयार करना तथा उन पर किये गये लेपों की सख्या भी अन्तिम फल की उत्तमता का कारण होती है और यह निश्चित है कि पुराने कारीगर इन दोनों बातों पर आज के कारीगरों की अपेक्षा अधिक ध्यान देने अथवा दे सकते थे।

**एनामल**—अलसी तेल को गरम करने की कालावधि एवं उसके ताप के पारस्परिक सम्बन्ध तथा तेल के तत्त्ववादी व्यवहार के विषय में दीर्घकालीन अनुसन्धान किये गये हैं और आन्तरिक रंगलेपों के विकास में इन अनुसन्धानों से प्राप्त ज्ञान बड़ा महत्वपूर्ण मिद्ध हुआ। समुचित रूप से परिष्कृत उच्चकोटि के अलसी तेल को उच्च ताप पर तप्त करने से उसकी श्यानता अथवा गाढ़ता में जो परिवर्तन होता है वह तापन



काल पर निर्भर होता देखा गया है। गाढ़ता के सम्बन्ध में तापन के ताप और समय में प्रतियोगमानुपात होता है, परन्तु चूँकि निम्न पदार्थ का पीलापन अधिकतम ताप से निर्धारित होता था इसलिए अलसी तेल को मध्यम ताप पर कई दिनों तक गरम करने की प्रथा थी, जिसमें पीला गाढ़ा तेल तैयार हो जाय, इसे 'स्टैंड आयल' कहते थे। आधुनिक प्रविधि एवं संयन्त्रों की सहायता से उस कार्य को कुछ घण्टों में सम्पन्न किया जा सकता है जिसके लिए पुराने समय में कई कई दिन लग जाते थे।

यद्यपि तेल के तापनोपचार-सम्बन्धी अधिकतम महत्वपूर्ण आविष्कार इंग्लैंड में हुए, फिर भी वाणिज्यिक वस्तुओं के विकास का श्रेय अन्य देशों के निर्माताओं को है। तापनोपचारित तेलों के सम्बन्ध में उच्च लोगों के कार्यों की विशेष व्याप्ति मानी जाती है और किसी समय तो उच्च 'स्टैंड आयल' सर्वोत्तम कहे जाते थे।

स्टैंड आयल के भूखने पर प्राण लेप मूल अनुपचारित तेल के लेप से सर्वथा भिन्न होता है। स्टैंड आयलवाले लेपों में भूखने पर एक कठोर छवि (हार्ड ग्रॉम) आ जाती है तथा वे बहुत प्रायःस्व भी होते हैं। इन्हीं दोनों गुणों के सम्बन्ध से एनामल रंगणों का प्रचलन हुआ। एनामल रंगणों से बुद्धिचिह्न-रहित ऐसी सुन्दर, धृतिमय एवं चिकनी पालिश प्राप्त होती है, जिसमें कठोरता तथा टिकाऊपन के उन्नत गुण भी होते हैं।

उपरोक्त गुणों के होने हुए भी आजकल एनामल रंगलेप बहुत प्रचलित नहीं हैं क्योंकि वे इतने अधिक गाढ़े होते हैं कि उनका लगाना कठिन होने के अनिरिक्त महंगा पड़ता है। तदुपरान्त एनामल रंगणों के पदचान् औद्योगिक क्षेत्र में जो प्रगति हुई वह उनसे कहीं अधिक महत्वपूर्ण सिद्ध हुई। उदाहरणार्थ ससद् आक्साइड के प्रयोग को ऐसा प्रोत्साहन मिला कि ध्वेन रंगणों में उसका स्थान बड़ा उत्कृष्ट माना जाने लगा। अथॉलेप (अण्टर कोटिंग) के सूत्र तैयार करने में अब केवल क्लाइड लेड पर ही निर्भर रहने की आवश्यकता नहीं रह गयी थी। एनामल रंगणों में रंगद्रव्य-मात्रा अपेक्षाकृत कम होने के कारण विशेष प्रकार के अधोलेप तैयार करने पड़े, जिनकी अपारदर्शिता एवं कठोरता अधिक हो और जिनके प्रयोग करने में बुद्धि के चिह्न न पड़े।

इन विकासों के कारण इन्जीनियरों को भी रंगलेप उद्योग की आवश्यकताओं की ओर विशेष ध्यान देना पड़ा, क्योंकि अब पहेले की अपेक्षा अत्यधिक सूक्ष्म सिमाई की आवश्यकता होने लगी। इन्जीनियरों को यह क्षेत्र केवल रोचक ही नहीं बरन् लाभ-प्रद भी जान पड़ा, इसलिए उनका अधिकाधिक सहयोग प्राप्त हुआ जिसके फलस्वरूप

आगे चलकर इस उद्योग में विशेष उन्नति हुई। इस उन्नति में इन्जीनियर एव रसायनज्ञ दोनों प्रायः बराबर के साक्षीदार हुए।

**कठोर-छवि रंगलेप**—अपने कार्य में उत्तम छवि (ग्लॉस) उत्पन्न करने के लिए पुराने छविकार (डिकोरेटर्स) प्रथमक (ग्राइमर) और अधोलेप के ऊपर उपयुक्त आभावलेप रंग का एक या अधिक लेप लगाते थे। उच्च कोटि की छवि प्राप्त करने के लिए बालुकापत्र रगड़ने के बाद चिकनी सतह पर स्वच्छ वार्निश का एल लेप लगाना आवश्यक होता है। कुछ पुराने कारीगर अब उस तरीके से काम करते हैं लेकिन वह महँगा पड़ता है। रसायनज्ञों ने ऐसे नये प्रकार के रंगलेप के विकास की बात सोची, जिनके लगाने में सुविधा हो और जिसमें तेल-रंगलेपों के अन्य अवगुण भी न हो तथा साथ ही एनामल रंगलेप की उत्तम छवि भी उसमें मौजूद हो। ऐसे विकास में प्रथम आवश्यकता स्टैंड-आयल के स्थान पर प्रयुक्त होनेवाले किसी उपयुक्त माध्यम को ढूँढ निकालने की थी। इसके लिए तेल में कोई उपयुक्त रेजीन मिलाकर माध्यम तैयार किया गया। इस समस्या का हल कोई छोटी बात न थी क्योंकि इसमें रंग-द्रव्य तथा माध्यम की संगतता में सबद्ध अनेक रासायनिक कठिनाइयों का निवारण करना था, इन्जीनियरों को अधिक उत्पादन तथा सूक्ष्म पिताई करनेवाली नयीं मशीनों का भी विकास करना पड़ा। माराग यह है कि रंगलेप-उद्योग में कठोरछवि रंगलेपों (हार्ड ग्लॉस पेण्ट्स) का निर्माण सम्भवतः सबसे बड़ा काम है।

**संश्लिष्ट एनामल**—संश्लिष्ट रेजीनों की उत्पादनमन्धरी गहन गवेषणा के फलस्वरूप नवीनतम रंगलेपों का विकास हुआ है। इन रेजीनों के दो मुख्य वर्ग हैं—(१) फिनाल-फार्मान्डीहाइड रेजीन तथा (२) थैलिक ऐनहाइड्राइड-ग्लिसरॉल रेजीन। प्रथम वर्ग को फिनालिक रेजीन भी कहते थे यद्यपि उसे वार्निश-रेजीन कहना अधिक ठीक है। यहाँ इनके सम्बन्ध में अधिक न कहकर इतना ही कहना पर्याप्त होगा कि रंगलेप-माध्यमों के निबन्ध में इनका प्रचुर प्रयोग होता है। थैलिक ऐनहाइड्राइड-ग्लिसरॉल रेजीन को प्रायः "ऐलिक रेजीन" भी कहते हैं। थैलिक ऐनहाइड्राइड और ग्लिसरीन की प्रतिक्रिया से ही ऐलिक रेजीन तैयार होती है, थैलिक ऐनहाइड्राइड अप्रत्यक्ष रूप से कोलतार से प्राप्त एक सफेद केलासीय पदार्थ है। उपर्युक्त प्रतिक्रिया की अवस्थाओं में सन्शोधन करके तथा शोषक तेलों के वसीय अम्लों की उपस्थिति में विभिन्न प्रकार की ऐलिक रेजीन तैयार की जा सकती हैं तथा एनामलों की योग-रचना (फार्मूलेशन) के लिए विविध प्रकार के ऐमे यौगिक उपलब्ध किये जा सकते हैं। संश्लिष्ट एनामलों की प्रमुख विशेषता उनके शोषण तथा कठोर होने की क्षमता है, जिसका लाभ यह है कि साधारण लेपों

की अपेक्षा इस पर बहुत कम धूल जमती है। उत्तम टिकाऊपन, विशेषकर शुष्क और गरम वातावरण में, तथा उत्तम प्रवाहिता (फ्लोएबिलिटी) जिससे बुझा के निशान न पड़ें, इसके अतिरिक्त लाम एव गुण हैं। लेकिन सश्लिष्ट एनामलो के लिए विशिष्ट प्रकार के प्रथमको (प्राइमर्स) तथा अधोलेपो की आवश्यकता होती है। ये एनामल बहुत जल्द सूखते हैं और इनमें एक अनुठी कठोरता उत्पन्न होती है। ऐल्किड वर्ग के सश्लिष्ट एनामलो के सन्ध में जानने योग्य एक बात यह है कि छविकारो को इन्हें कठोरछवि रंगलेपो के साथ मिलाना नहीं चाहिए।

**डिस्टेम्पर**—भवनों के भीतरी भाग को सजाने के लिए आजकल डिस्टेम्पर का बहुत प्रचलन है। पुराने समय में सरेस के गरम विलयन में पैरिम प्लास्ट और रंग मिलाने की प्रथा थी, आधुनिक डिस्टेम्पर उभी प्रथा का विकसित रूप है। बहुत परिष्कृत न होने पर भी पुरानी प्रथा काफी दिनों तक चलती रही, किन्तु आगे चलकर रसायनज्ञों ने डिस्टेम्पर की सम्पूर्ण कला की उन्नति की, जिसके फलस्वरूप आज के सेल-बद्ध (ऑयल बाउण्ड) प्रकार के सुन्दर डिस्टेम्पर हमें प्राप्त हैं, जिन्हें आसानी से धोया और साफ किया जा सकता है। रसायनज्ञों ने सेल प्रवा वाणिश मिलाने के डिस्टेम्परों में जलरोधी गुण उत्पन्न करने पर विशेष ध्यान दिया और पायस के सैद्धान्तिक एक प्रयोगात्मक ज्ञान का उपयोग करके आजकल के सुन्दर, सस्ते और आकर्षक डिस्टेम्परों की उत्पत्ति की।

**चिकनी दीवारों के रंगलेप**—मभवत डिस्टेम्परों की सफलता के फलस्वरूप आजकल के नये-नये प्रकार के चिकनी दीवारों के रंगलेपो (प्लैट वाल पेन्ट्स) का भी सफल विकास हुआ। डिस्टेम्पर चाहे कितने भी अच्छे क्यों न हों किन्तु उनसे 'उत्तम टॉम रूप' नहीं प्राप्त होता। यद्यपि भेद अत्यन्त सूक्ष्म है लेकिन अनुभव से यह स्पष्ट हो जाता है कि डिस्टेम्पर में 'प्लैट वाल फिनिश' अधिक सुन्दर होता है।

उपर्युक्त प्रकार के रंगलेपो अर्थात् 'प्लैट वाल' तथा 'एगशेल फिनिश' को इस्तेमाल करने में रंगसाजों को काफी कठिनाई होती है और इसमें सदेह नहीं कि इस प्रकार की रंगई के लिए उत्तम एव अनुभवी कारीगरों की ही आवश्यकता होती है। इन रंगलेपो में माध्यम की अपेक्षा रंगद्रव्य का अनुपात अधिक होता है, जिससे उसकी गाढ़ता नयनीत के समान हो जाय। ऐसी गाढ़ता सामान्य रंगलेपो से गर्वया भिन्न होती है। योग (फार्मूला) में तनिक संशोधन करके अन्तिम परिष्कार में अण्डे के छिलके के समान चमक उत्पन्न की जाती है, और इसी को 'एगशेल फिनिश' कहते हैं।

फ्लैट और एंगोल फिनिशों में विन्दुछादन (स्टिप्पिंग<sup>१</sup>) करके बड़ी मनोहारी छवि प्राप्त की जा सकती है। तदर्थ छविकार एक मोटी परत लगाकर उत्तम वालों-वाले चौकोर धुरंग से गोले रंगलेप का पुचारा फेरते हैं, इसका फल यह होता है कि तलविशेष पर एक समरूप, चिक्ना और ग्रन्थामय<sup>२</sup> प्रभाव बन जाता है।

**वानिद्य**—वानिद्यों के भी दो मुख्य वर्ग होते हैं—(१) तेल वानिद्य और (२) स्पिरिट वानिद्य।

(१) तेल वानिद्य के आवश्यक सघटक ये हैं—रेजीन (प्राकृतिक अथवा मशिल्ट), तेल और कोई तरलक। इनमें से रेजीन को छोड़कर अन्य सघटकों पर विचार किया जा चुका है, अतः सम्प्रति केवल उर्मी का वर्णन किया जायगा। बहुत समय तक वानिद्य बनाने की कला बड़ी गोपनीय मानी जाती थी। उसमें रसायनज्ञ तथा उसके वैज्ञानिक सिद्धान्तों का प्रवेश तो हाल की घटना है और तभी उसका रहस्योद्घाटन हुआ है।

प्राकृतिक रेजीनों को एक प्रकार से फौमिल कहा जा सकता है, क्योंकि वे भी उस भूमि को खोदकर निकाली जाती हैं जहाँ चिरकाल में उनके श्रोत-वृक्ष बसे पड़े रहते हैं। वे अत्यन्त कठोर होती हैं तथा उनके अन्य गुण उनके वानस्पतिक एवं भौगोलिक उद्गम के अनुसार भिन्न-भिन्न होने हैं। पूर्वी और पश्चिमी अफ्रीकी कोपल तथा न्यूजीलैण्ड कीडी<sup>३</sup> उन प्राकृतिक रेजीनों के उत्तम उदाहरण हैं जिनका वानिद्य बनाने में प्रयोग होता है। कागो कोपल भी सर्वाधिक सामान्य रेजीन है।

प्राकृतिक रेजीनों तेल में अविलेय होती हैं परन्तु यदि उन्हें इस तरह गलाया जाय कि उनका भार २०-२५% कम हो जाय तो वे तप्त तेल में विलेय हो जाती हैं। भार की कमी रेजीन के प्रकार पर निर्भर होती है। रेजीनों को इस प्रकार गलाने के लिए तथा यह जानने के लिए कि गलाने की उपयुक्त सीमा क्या है, बड़ी निपुणता की आवश्यकता होती है, अन्यथा मारा माल और समय बर्ष्ट हो जाता है। रेजीन के गल जाने पर उसमें पूर्वतन् तेल धीरे धीरे छोड़ा जाता है तथा उसका धरा-वर विखालन किया जाता है। मारा तेल छोड़ देने के बाद गन्दी हुई रेजीन और तेल के मिश्रण को उपयुक्त सीमा तक पकाया जाता है। हाँ, इस उपयुक्त सीमा को ठीक ठीक जानने के लिए प्रचुर अनुभव एवं बुद्धि की आवश्यकता होती है। पकी वानिद्य के ठंडी हो जाने पर शोषक मिलाकर तथा उसमें टम्पेण्डाइन मद्धा कोई उपयुक्त

<sup>१</sup> Stippling

<sup>२</sup> Nodular

<sup>३</sup> Kauri

तरलक डालकर उसे पतला किया जाता है। वार्निश को पतली करने के लिए ह्वाइट स्पिरिट अथवा टरपेन्टाइन और ह्वाइट स्पिरिट का मिश्रण भी प्रयुक्त होता है।

वार्निश बनाने में अनेक जटिल प्रतिक्रियाएँ घटित होती हैं, और इनमें से कई तो वार्निश घन जाने के बाद तक चलती रहती हैं। इसलिए ताज़ी बनी वार्निश को दाबक छत्रे (फिल्टर प्रेस) में छानना अथवा अपकेन्द्रित्र (सेण्ट्रीफ्यूज) की सहायता से स्वच्छ करना पड़ता है, जिससे परिपक्व होने के लिए तड़ायों में रखने से पहले उसकी निलम्बित अशुद्धियाँ माफ़ कर दी जायँ। यह परिपक्वन नियंत्रित ताप पर ही सम्पन्न होता है तथा वार्निश की थैली के अनुसार इसमें तीन मास से लेकर तीन वर्ष तक समय लग जाता है।

चीनी काष्ठ तेल (चाइनीज उड ऑयल) के आर्थिक विकास तथा उत्पादन की प्राविधिक रीतियों की उन्नति से वार्निश बनाने की कला में एक क्रान्ति-न्ती हो गयी है। सम्प्रति काष्ठ तेल इस उद्योग की सर्वाधिक मूल्यवान् वस्तु है। गरम करने पर इसमें विभिन्न परिवर्तन होते हैं—इसकी श्यानता (विस्कोसिटी) बड़ी तेज़ी से घटती है और यह एक अविलेय, दृढ़ (इन्ट्रिगेबल) तथा पारदर्शक जेली का रूप धारण कर लेता है। परन्तु काष्ठ तेल की इस विचित्रता का बुद्धि एवं अनुभव से नियन्त्रण किया जा सकता है और एक चतुर वार्निशनिर्माता उपर्युक्त तेल के तेज़ी से गाढ़े होनेवाले गुण का भी लाभ उठाकर उसे अपने कार्यानुकूल नियंत्रित कर लेता है। चतुराई से इसमें अलसी तेल अथवा स्टैण्ड ऑयल मिलाने से उसमें जल एवं श्रुतुसहता, उत्तम चमक, प्रत्यास्थता, कठोरता तथा अन्य वाछनीय भौतिक गुण उत्पन्न होते हैं। इसी कारण से वार्निश के योगों में उपयुक्त अनुपात में काष्ठ तेल का समावेश होता है।

हाल के कुछ वर्षों में फिनाँल-फार्मालिडहाइड प्रकार की सश्लिष्ट रेज़ीनों के प्रचलन से वार्निश बनाने की रीतियाँ काफी सरल हो गयी हैं। फिनाँलिक रेज़ीन स्वच्छ, कठोर एवं सुचूर्ण्य होती हैं तथा इनका रूप साधारण रेज़ीन की तरह का नहीं होता। इनके प्रयोग की सफलता का एक और कारण भी है, सश्लिष्ट फिनाँलिक रेज़ीनों और चीनी काष्ठ तेल के बीच तापन प्रभाव से रासायनिक संयोजन होता है और उसके फलस्वरूप जो परत बनती है उसमें जल, श्रुतु एवं तनु अम्लों और धारों के प्रति एक विशिष्ट सहता होती है।

प्राकृतिक रेज़ीन तथा सश्लिष्ट रेज़ीन वार्निशों का, जिनकी अभी चर्चा की गयी है, कठोरछवि माध्यम (हार्ड ग्लॉस वेहीकल) के लिए प्रचुर मात्रा में निर्माण होता है। आजकल कठोरछवि माध्यम साधारणतया ऐल्किड प्रकार की सश्लिष्ट रेज़ीनों

में हो बनाने जाते हैं, इनमें कभी-कभी प्राकृतिक एवं अन्य नमिल्लिष्ट रेजिन मिलाने जाते हैं अथवा उनके बगैर भी उनका निर्माण होता है। ऐसी वार्निशें अन्य प्रकार की वार्निशों की अपेक्षा बड़ी टिकाऊ होती हैं तथा उनका अन्तिम परिरूप भी बड़ा आश्चर्यकारक होता है।

(२) स्पिरिट वार्निश—वाष्पशील विलायकों में बनी रेजिनो के माधारण विलयन ही स्पिरिट वार्निश कहलाते हैं। 'फिन्च पालिश' और 'नाटिंग' इनके उदाहरण हैं। ये औद्योगिक ऐलकोहॉल में चरवा घोलकर बनाये जाते हैं। औद्योगिक ऐलकोहॉल में मैनिष्ठा कोफर का विलयन ही ह्वाइट हाई स्पिरिट वार्निश कहलाता है तथा टरपेन्टाइन में पीठ हैमर रेजिन विलयन का ही नाम 'क्रिन्टल वार्निश' है। इन वार्निशों के निर्माण में प्रयुक्त होनेवाली रेजिन बड़ी भगुर होती हैं अतः उनकी रंग-रचना (फार्मूलेसन) में मुषट्पकरण (प्लम्बिमाइजिंग) की कला एक महत्त्वपूर्ण अंग है।

स्पिरिट वार्निशों के लिए भी कुछ नमिल्लिष्ट रेजिन अच्छे पीठ का काम देती हैं। उनके भौतिक गुणों के अनुसार उन्हें विभिन्न प्रयोजनों के लिए इस्तेमाल किया जाता है। ठीक ढंग में मुषट्पकृत जल-स्वेन विनाइल रेजिन को ज़ाइडरॉल अथवा विलायक मिश्रणों में विघटित करके स्पिरिट वार्निश तैयार की जाती है। विनाइल रेजिनो में आम्रजत (ऐसिटिक) का विनोय गुण होता है, इसलिए इनमें बनी वार्निशें धानुओं के लिए रजक आवरण (प्रोटेक्टिव कोटिंग) के रूप में प्रयुक्त होती हैं। नमिल्लिष्ट रेजिनो में बनी स्पिरिट वार्निश आम्रकल सड़क, फर्मा एवं विद्युतों के रंगलेप, अम्ल एवं क्षारमह रंगलेप तथा अनेक औद्योगिक प्रयोजनों के लिए रंगलेप के रूप में इस्तेमाल होने लगी हैं।

प्रस्तुत लेख में रसायनज्ञ तथा रंगलेप उद्योग में उसके योगदान का विषय वर्णन सम्भव नहीं। आलंकारिक रंगलेप तथा वार्निश तो इन महान् उद्योग की एक शाखा मात्र है, इसलिए औद्योगिक महत्त्व की अन्य शाखाओं का भी मक्षिण विवरण आवश्यक है।

सेलुलोज क्रिनिश—स्वच्छ अथवा रंगद्रव्य-युक्त प्रलाभ रंग (पैक्में) ही मेथुलोज क्रिनिश कहलाते हैं, और ये मावधानी में मनुष्य विचारक मिश्रणों में नाइट्रो-मेथुलोज अथवा मेथुलोज नाइट्रेट विघटित करके तैयार किये जाते हैं। इनके

महत्त्व का अनुमान केवल इस बात से लगाया जा सकता है कि हवाई जहाज, उपस्कर (फर्नीचर), बेतार, विद्युत् एव मोटरगाड़ी उद्योगों में इनकी अत्यधिक खपत होती है। पुर्जोत्पादन रीतियों के लिए ये विशेष रूप से उपयुक्त होते हैं।

संश्लिष्ट औद्योगिक फिनिश—प्रलास रसो और एनामलों का विशेष ढंग के बने चूल्हों पर परितापन (स्टोविंग) करने से विशिष्ट कठोर, दृढ़ एव टिकाऊ परतें बनती हैं। इसलिए जहाँ किसी पुर्जोत्पादन केन्द्र में परितापन सपन्न की सुविधा होती है तो वहाँ के 'संश्लिष्ट औद्योगिक फिनिशों' ने कुछ हद तक 'सेलुलोज फिनिशों' से आगे बढ़ने का प्रयत्न किया है।

कुछ समय पूर्व इन प्रलास रसो और एनामलों का परितापन ऐसे चूल्हों पर किया जाता था जिनमें ऊष्मा-संक्रमण चालन (कॉन्डक्शन) तथा सवहन (कॉन्वेक्शन) रीतियों से होता था। इसका अर्थ यह है कि तापन प्रत्यक्षतः तापभेद (कॉन्डक्शन) तथा चूल्हे में तप्त वायु संचालन (कॉन्वेक्शन) पर निर्भर होता था। ऐसे चूल्हों की उत्पादन-शक्ति बहुत सी आशु-वायु-शोषण परतों से कहीं अधिक स्वरित होती थी, किन्तु विकिरण (रेडियेशन) द्वारा पुते तलों तक ऊष्मा पहुँचाने की रीति अपनाने से तो परितापन प्रलास रसो एव एनामलों द्वारा वस्तुओं की परिरूपण-शक्ति में विशेष वृद्धि हुई है।

विकिरण द्वारा ऊष्मा-संक्रमण के वैज्ञानिक सिद्धान्त सवहन (कॉन्वेक्शन) चूल्हों के सिद्धान्त से बहुत भिन्न है। सवहन द्वारा तापन में वायु का बड़ा महत्त्वपूर्ण भौतिक भाग होता है मगर विकिरण तापन में ऊष्मा-संक्रमण के नियम प्रायः पूर्णतया ऊष्माक्षोभ अर्थात् विकिरण (रेडियेटर) के ताप तथा विकिरित ऊर्जा (रेडियेटेड एनर्जी) प्राप्त करनेवाली वस्तु के प्रतिचार<sup>१</sup> से आवद्ध होते हैं। वस्तु का प्रतिचार भी इस विधा में एक महत्त्वपूर्ण कारक है, इसका अर्थ यह है कि रंगलेप का रंगविशेष भी एक कारक हो सकता है, क्योंकि लेप की हुई वस्तु द्वारा ऊष्मा अवशोषण तथा विकिरण पर रंग का भी काफी प्रभाव पड़ता है। विकिरणों में ऊर्जाप्रचार गैस अथवा विद्युत् से किया जा सकता है।

विकिरण ऊष्मा शोषण (ड्राइंग) में रंगलेप के गुणों के प्रभाव के स्पष्टीकरण के लिए एनामलों के तापन के अन्तर्गत बतायी गयी स्टैंड ऑयल बनाने की रीति का हमें फिर उल्लेख करना होगा। उपचारविशेष में तेल के गाढ़े होने का कारण यह

<sup>१</sup> Response

है कि उसके अणु परस्पर पुनर्गठित होकर बड़े-बड़े एकांकी का रूप धारण कर लेते हैं; इसको पुरुभाजन ('पॉलीमराइजेशन') कहते हैं। अतः विकिरण-ऊष्मा-शोषण के लिए सर्वाधिक उपयुक्त रंगलेप-माध्यम वे हैं, जिनमें पॉलीमराइजेशन विशेष रूप से होता है, क्योंकि यह क्रिया ऊष्मा में काफी अधिक त्वरित होती है। ऐल्किड प्रकार की मशिल्ट रेज़िनो में पॉलीमराइजेशन (पुरुभाजन) की मात्रा विघेपतया अधिक होती है अतएव वे विकिरण-ऊष्मा-शोषण के उपयुक्त रंगलेपों के निर्माण के लिए अधिक अच्छी मानी जाती हैं। इस रीति की त्वरित गति का कुछ आभास हम दान में मिल सकता है कि एक युद्ध टैंक पर रंगलेप करके तथा उसे विकिरण-ऊष्मानाली (टनेल) में से पार कराकर केवल मिनटों में (प्रायः ४ मिनट में) पूर्णतया शुष्क अवस्था में तैयार किया जा सके।

विकिरण-ऊष्मा द्वारा रंगलेपों के मुखाने की रीति अभी नयी है, और बहुत सी अन्य नयी चीज़ों की भाँति इसमें भी एच और अतिवाद का दोष है तो दूसरी ओर कट्टरपन्थ का विरोध। अनुभवों लोगों का कहना है कि सवहन चूल्हों (कॉन्वेनान ओवेन्स) को एकाएक विन्कुल वेकाएँ एवं गनकाल नही मान लेना चाहिए। उनका मत है कि दोनों रीतियों का मावधानी से तुलनात्मक अध्ययन करके, विघेपकर पुनः-त्पादन मक्कधी समस्याओं की पृष्ठभूमि में उनकी विवेचना करके तब अधिक दाम वाले सयन्त्रों के अधिष्ठापन का निश्चय करना चाहिए।

युद्ध की बड़नी मांगों की पूर्ति के लिए रंगलेप उद्योग का सवहन युद्धकाल में ही बड़ी तीव्र गति से किया गया, इसके फलस्वरूप रसायनज्ञों के सामने बड़े-बड़े दुस्तर काम उपस्थित हुए। इनके कुछ उदाहरण निम्नलिखित हैं—जलमेना-विभाग एवं समुद्री व्यापारविभाग की ओर से जहाज़ों के लिए ऐसे रंगलेपों की मांग हुई, जिनके प्रयोग में जहाज़ों के पेटे पर समुद्री पौधे इत्यादि न उग सकें, युद्ध कार्यालयों में गैम-रोधी, गैम-उपलब्धन (गैम डिटेक्टिंग) एवं अग्निरोधी रंगलेपों तथा स्फोट वानिदों (गेल वानिदा) जैसे विविध प्रकार के रंगलेपों की विनाश माना की आवश्यकता थी। राजकीय विमानमेना (रॉयल एयर फोर्स) में अनेक प्रकार के विघेप रंगलेपों की आवश्यकता थी, जैसे सभी प्रकार के हवाई जहाज़ों के लिए रंगलेप एवं प्रलेप (डोप), पहचान रंग, औद्योगिक के लिए रंगलेप, दीप्त (लुमिनम) रंगलेप इत्यादि। गृह एवं सुरक्षा मन्त्रालय में ऐसे छद्मावरण रंगलेप आवश्यक थे, जिन पर प्रकाश का परावर्तन (रिफ्लेक्शन) न हो तथा जो ऋतुनह एवं सभी प्रकार के तलों के लिए उपयुक्त हों, इस मन्त्रालय में अग्निरोधी एवं प्रनिमघनन (ऐंथ्री कॉण्डेन्सेशन) रंगलेपों की भी आवश्यकता थी।



उपर्युक्त आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए रसायनज्ञों को दूसरे-दूसरे कच्चे मालों की खोज करने में भी बड़ा परिश्रम करना पड़ा, और उनकी मफ़रत एव योगदान से इस उद्योगविशेष का महान् कल्याण हुआ।

रगलेप उद्योग से रसायन और रसायनविज्ञान का संबन्ध—रगलेप उद्योग पर रसायनविज्ञान तथा रसायनज्ञों के प्रभाव का, बिना प्राविधिक भाषा की सहायता लिये, मूल्यांकन करना बड़ा कठिन कार्य है, और रगलेप प्रौद्योगिकी की वैज्ञानिक पृष्ठभूमि का वर्णन करने में पारिभाषिक शब्दों का प्रयोग प्रायः अनिवार्य-मा होगा।

कच्चे मालों के उपर्युक्त सर्वेक्षण से रगलेप उद्योग के इस पहलू पर रसायनशास्त्र एव रसायनशास्त्रियों के प्रभाव का अच्छा आभास मिलता है। उद्योगपतियों ने इस प्रभाव को समझा तथा रसायनज्ञों के सहयोग के उत्तम फल की सम्भावनाओं का ठीक अनुमान किया। इसी सहयोग के फलस्वरूप कच्चे मालों की श्रेणी एव उत्तमता पर निरन्तर चौकसी रखकर ससार भर के ससाधनों (रिमोसॅज) का पूरा लाभ उठाया जा सका।

शोषण-तेल-रसायन का अध्ययन बहुत दिनों तक प्रायः उपेक्षित रहा, इसका विशेष कारण यह था कि लघुप्रतिष्ठ रसायनज्ञ मुरभि-रसायन की ओर आकृष्ट होने लगे थे क्योंकि उस क्षेत्र में चामत्कारिक प्रगति हो रही थी। शोषण-तेलों के ऊष्मोपचार में उनके निबन्ध (कॉम्पोजीशन), सल्फ (कॉन्क्रिगुरेशन), रचना (स्ट्रक्चर) तथा रचनापरिवर्तन के जटिल प्रश्नों से सबद सैद्धान्तिक कल्पनाओं के स्पष्टीकरण के लिए विद्वस्त विद्वलेपण रीतियाँ अपनाती अनिवार्यं था।

पिछले ४० वर्षों में शोषण-तेल रसायन में जो महत्वपूर्ण काम हुए हैं उनका संक्षिप्त विवरण इस प्रकार है। आयोडीन अवशोषण पर आधारित असतृप्त ग्रन्थनों की निश्चयन रीतियाँ निर्धारित की गयीं। कालान्तर में यह रीतियाँ ब्रोमीन अवशोषण पर और फिर एक-ग्रन्थनों से थायोसियनोजेन के मात्रात्मक संयोजन पर आधारित हुईं। इन रीतियों से शोषण तेलों में विद्यमान असतृप्ति की सीमा जानने में बड़ी सहायता मिली। हाइड्रॉक्सिल वर्गों के आगणन की रीतियाँ तथा ग्लिसरीन, अमायुनीकरणीय पदार्थों और अम्ल-मानों (एमड वैल्यू) के मात्रात्मक निश्चयन की रीतियों में उन्नति तथा भौतिक नियतांकों (फिजिकल कॉन्स्टेंट्स) की निश्चयन रीतियों के विकास से रगलेप तेलों की संरचना (कॉन्स्टिट्यूशन) के स्पष्टीकरण में बड़ी सहायता मिली है। या यों कहिए कि ये सभी रीतियाँ इस कठिन कार्य के साधन में अनिवार्यतया आवश्यक थीं। ग्लिसराइड अणुओं का संरूप आज के रगलेप-रसायनज्ञों के

विवाद की मूल समस्या है। कुछ का मत है कि उसका मरूप E की भांति है तो कुछ उसे Y की भांति मानते हैं। फिर भी यह सामान्यतः स्वीकृत है कि गाडे स्टैंड ऑयल बनाने के लिए रंगलेप तेलों के ऊष्मोपचार में प्राथमिक मयोजकताबन्ध (प्राइमरी वैलेन्सी बॉण्ड) द्वारा अनुप्रस्थित ग्रन्थित (जॉम लिक्ड) पॉलीमरों की रेखीय (लीनियर) बनावट को प्रेरणा प्राप्त होती है। इसी से उसकी श्यानता एवं अणु-भार में बड़ी वृद्धि होती है।

तेल और रंगद्रव्य की मिश्रणविधा में भी कई ऐसी बातें उठती हैं, जिनका सन्नग्ध भौति-रसायनज्ञों से है। सहमा कोई एकस्तर अणुओं के अनुस्थापन (ऑरिएन्टेशन) एवं तल-रसायन के आधुनिक सिद्धान्तों का उपर्युक्त विधा से कोई घनिष्ठ सन्नग्ध मानने को तैयार न होगा। किन्तु वस्तुस्थिति यह है कि तेलों द्वारा रंगद्रव्यों का आर्द्रण न केवल एक विशुद्ध भौतिक घटना है, जिस पर तल-नताव एवं सस्पेंशन (कॉण्टैक्ट ऐंगिल) का विविष्ट प्रभाव है, वरन् इसमें रंगद्रव्य के कणों द्वारा ध्रुवीय अणुओं के एकस्तरों का विशेष प्रकार से अवशोषण भी होता है। इसके फल-स्वरूप रंगद्रव्य के कणों के चारों ओर एक रक्षक आवरण बन जाता है जिससे एक कण दूसरे से अलग हो जाता है। यदि रंगद्रव्य सक्रिय होते हैं तो उनसे मावुन बन जाता है और उसके कणों के तल पर इसी मावुन के अणुओं का रक्षक आवरण बनता है। यदि किसी कारण से ठोस-द्रव अन्त सीमा (इन्टरफेस) पर की इस क्रिया में बाधा पड़ती है तब ऊर्णिकायन (फ्लॉकुलेशन) होने लगता है और गुरुत्वाकर्षण के कारण ऊर्णिकायित (फ्लॉकुलेट्स) नीचे बैठने लगते हैं यानी रंगद्रव्य और माध्यम अलग बिलग होना प्रारम्भ कर देते हैं। लेकिन अगर रंगलेप को हिला दिया जाय तो रंगद्रव्य पुनः विक्षेपित (डिस्पर्सिड) हो जाता है तथा उसकी अपारदर्शिता एवं प्रसरण शक्ति ज्यों की त्यों हो जाती है।

कणों के आकार और रूप तथा तलमक्रियता को ध्यान में रखकर ही एनामलों और कठोर छविरंगलेपों के विकास में रसायनज्ञों द्वारा किये गये योगदान पर विचार किया जाना चाहिए। इस कार्यक्षेत्र में भौतिकीविदों का सहयोग भी अत्यन्त महत्त्वपूर्ण रहा है क्योंकि विशुद्धतया भौतिक मापनों की रीतियाँ तो उन्हीं की देन हैं। इन अध्ययनों का एक उद्देश्य कणों की लघुता की सीमा निर्धारित करना है, क्योंकि अत्यधिक लघु आकार के कणों से बड़ी हानियाँ होती हैं।

फ्लैट वाल रंगलेप उनमें रंगद्रव्य भर देने मात्र से अथवा किन्हीं अक्रिय विस्तारकों के उच्च तेल-अवशोषण का आश्रय लेकर तैयार नहीं किये जा सकते। इस सन्नग्ध में रंगलेप-प्रौद्योगिकीविद ने यिक्सोट्रोपी नामक एक नवीन विषय

वा उद्घाटन किया है। यद्यपि अन्य कई सहितो (सिस्टम) में थिक्सोट्रोपी घटित होती है किन्तु रगलेपसबन्धी उसका अध्ययन जितना रुचिकर और कठिन है उतना कदाचित् और किसी में नहीं। इसलिए यह कोई आश्चर्य की बात नहीं कि इस विषय में औरो की अपेक्षा रगलेपरसायनज्ञों ने अनेक महत्वपूर्ण योगदान किये हैं।

जल में वेण्टोनाइट का आलम्बन (सस्पेन्शन) इसका सबसे साधारण उदाहरण है। यदि यह आलम्बन कुछ समय के लिए रख दिया जाय तो बड़ा दृढ़ बन जाता है। लेकिन हिलाने पर अपनी चलिष्णु अवस्था तुरन्त प्राप्त कर लेता है। कुछ एक रगलेप-सहितों में भी ऐसा प्रभाव देखा जाता है। कुछ विशेषणों (डिस्पर्सन) के पुनर्द्रवण (लिक्वीफाई) के लिए आवश्यक ऊर्जा भी मापी गयी है और इसे 'लम्बिमान' (ईलड वैनू) अथवा 'द्रवण प्रतिबल' (लिक्वीफाइंग स्ट्रेस) कहा जाता है। नवनीत की गाड़तावाले फ्लैट बाल रगलेपों को तलों पर लगाने के लिए आवश्यक ऊर्जा उनके 'द्रवण प्रतिबल' से अधिक होती है, फलतः बुरा से ये रगलेप बड़ी कुशलतापूर्वक रग्राये जाते हैं। फ्लैट एनामलों के प्रयोग में बहुधा अपनायी जाने-वाली विन्दुछादन (स्टिप्लिंग) विधा में भी थिक्सोट्रोपिक प्रभाव से बड़ी सहायता मिलती है।

सदिलिप्ट रेजीन रसायन का अब बानिशा रसायन से बड़ा घनिष्ठ सम्बन्ध हो गया है। इतने अल्पकाल में जो यह आश्चर्यजनक प्रगति हुई है, वह सदिलिप्ट रेजीनों के व्यापक औद्योगिक प्रयोग का ही फल है। अन्य उद्योगों में लगे रसायनों ने भी इन रेजीनों के उपयोग एवं विकास में रगलेप और बानिशा रसायनज्ञ द्वारा दिये गये योगदानों का बड़े ध्यान एवं रुचि से अनुशीलन किया है।

मई १९३९ में 'दि ऑयल ऐण्ड कलर केमिस्ट्स असोसियेशन' ने हैरोगेट में बानिशा निर्माणसबन्धी एक सम्मेलन का आयोजन किया था। उसके अध्यक्ष ए० जे० गिब्सन, एफ० सी० एच०, एफ० एल० एस० तथा कौमिल ने उक्त सम्मेलन का प्रतिवेदन 'बानिशा मेकिंग' नामक एक ग्रन्थ के रूप में प्रकाशित किया था। यह अपने विषय का सर्वाधिक आधिकारिक एवं व्यापक ग्रन्थ है। इन ग्रन्थ का उल्लेख अन्य उद्योगों में काम करनेवाले उन रसायनज्ञों एवं भौतिकीविदों के लाभार्थ किया गया है, प्रस्तुत लेख पढ़कर बानिशा-निर्माण के बारे में और अधिक ज्ञान प्राप्त करने की जितनी जिज्ञासा जाग उठी हो।

लेख के मूललेखक ने डब्लू० ई० वॉर्नम, एम० सी०, बी० एस सी०-एफ० आर० आई० सी० तथा अपने अन्य सहयोगियों के प्रति आभार प्रदर्शित किया है।

ग्रंथसूची

- BEARN, J G. *The Chemistry of Paints, Pigments and Varnishes* Ernest Benn, Ltd
- CHATFIELD, H W *Varnish Constituents* Leonard Hill, Ltd
- DURRANS, T H *Solvents* 5th Ed Chapman & Hall, Ltd
- FOX, J J, AND BOWLES, T. H. *Analysis of Pigments, Paints and Varnishes.* Ernest Benn, Ltd
- GARDNER, H A *Physical Examination of Paints, Varnishes, Lacquers and Colour*, 9th Ed. Institute of Paint and Varnish Research, Washington, D. C
- HEATON, NOEL *Outlines of Paint Technology* Charles Griffin & Co, Ltd
- KRUMBHAR, W *Chemistry of Synthetic Surface Coatings* Reinhold Publishing Co
- MARSH, J J, AND WOOD, F C *An Introduction to the Chemistry of Cellulose* Chapman & Hall, Ltd
- MATTIELLO, J J *Protective and Decorative Coatings*, Vols I-III John Wiley & Sons, Inc
- MORRELL, H S *Synthetic Resins and Allied Plastics* Oxford University Press
- NELSON, J H, AND SILMAN, H *The Application of Radiant Heat to Metal Finishing* Chapman & Hall, Ltd
- OIL AND COLOUR CHEMISTS' ASSOCIATION *Varnish Making*
- RENINGTON, J S *Zinc Oxide A Monograph on Zinc Oxide Leaded Zinc Oxides and Zinc Dust Paints Their Properties and Uses in Industry* Leonard Hill, Ltd
- SMITH, J C *Manufacture of Paint* Scott, Greenwood & Son, Ltd
- ZIMMER, F *Nitro Cellulose Ester Lacquers* Chapman & Hall, Ltd.

## अध्याय १२

### इण्डिया रबर, चमड़ा, आसंजक और सरेस

#### इण्डिया रबर

डगलस एफ० ट्विस, डी० एम-सी० (बर्मिंघम),

एफ० आर० आई० सी०

**भूमिका**—रबर का सर्वप्रथम उल्लेख १५२१ में किया गया था, परन्तु १६वीं शताब्दी के अन्त तक प्रत्यास्थता एवं जल-रोध जैसे इसके विलक्षण गुणों का ज्ञान न था। हेरिसैण्ट और मैकर ने सबसे पहले १७६३ में विविध कवर्निक विलायकों में रबर के विलयन बनाने का अनुसन्धान किया था। इस कार्य के फलस्वरूप रबर-स्तरित (प्रूपड) रेशम के वैमानिकीय बँलून बनाये गये, जिनमें बैठकर जे० ए० सी० चार्ल्स और उनके मित्र पहले पहल १७८५ में उड़े थे। यह वही चार्ल्स महोदय थे जिनका ऊष्मा से गैसों के प्रसरण का नियम प्रसिद्ध है। सी० ग्रोमार्ट ने (Ann Chim १७९१, II, १४३) विलायकों में डुबोकर मृदुल की गयी पट्टियों को काच-रम्भों अथवा नालों के चारों ओर लपेटकर रबर-नाल बनाने की मनावना का उल्लेख मन् १७९१ में किया था। उसी वर्ष (Ann. Chim १७९१, II, २२५) में ए० एफ० फौरक्रॉय ने आक्षीर (लेटेक्स, जिस रूप में रबर वृक्षों में प्राप्त होता है) पर क्षारों की परिवर्तन-क्रिया का उद्घाटन किया। सयोगवश इस ज्ञान का बीसवीं शताब्दी तक कोई व्यावहारिक उपयोग न किया जा सका। १७७० में ऑक्सीजन की प्रमिद्धिवाले जोसेफ प्रिस्टले ने 'वियोगी ऐण्ड प्रैक्टिस ऑफ पसपेक्टिव' नामक ग्रन्थ में वागज पर से वाली बेन्मिल की लिगावट मिटाने के लिए एक पदार्थ का उल्लेख किया था। चूँकि यह क्रिया धिमकर पूरी की जाती थी इसलिए इस पदार्थ को अंग्रेजी में 'रबर' (अर्थात् धिमनेवाला) कहा गया।

यद्यपि रबर उत्पन्न करनेवाले वृक्षों की अनेक जातियाँ हैं परन्तु आजकल प्रयुक्त होनेवाला प्राकृतिक रबर 'हेविया ब्रेमिलियेन्सिस' नामक वृक्ष से ही प्राप्त होता है;

और निम्नलिखित वर्णन में जहाँ विशेष रूप में लिखा न हो वहाँ रबर और आक्षीर<sup>१</sup> का तात्पर्य इसी वृक्ष से प्राप्त पदार्थ से है।

रबर की प्रकृति—पूर्व (दिशा) से प्राप्त अवल्कनीकृत सूखे रबर में प्रायः ९५% हाइड्रोकार्बन होता है, रासायनिक विश्लेषण करके जिसका आनुभविक<sup>२</sup> सूत्र— $C_5 H_8$  निश्चित किया गया है।

रबर के भौतिक गुणों से पता लगता है कि इसका अणुभार बहुत अधिक होगा। फैलायी अवस्था में लिये गये रबर के एक्स-रे चित्रों से पता चलता है कि इसके हाइड्रोकार्बन के अणु शृङ्खलाकार हैं जिनमें  $C_5 H_8$  नाभिको (न्यूक्लियस) के एक दूसरे से जुड़ने से एक लम्बी शृङ्खला बन जाती है। इनमें से प्रत्येक शृङ्खला की रचना निम्नांकित है— $CH_2 - C(CH_3) = CH - CH_2 -$



सम्पूर्ण अणु का सूत्र  $(C_5 H_8)_n$  होता है जिसमें  $n$  की मर्यादा सहस्रों के परिमाण की होती है। रबर-अणु की उपर्युक्त रचना का सुझाव एम० एस० पिकल्स ने १९१० में किसी प्रयोगात्मक प्रमाण के पूर्व ही दिया था, आगे चलकर उनकी कल्पना ठीक सिद्ध हुई। उपर्युक्त सूत्र में  $n$  की मर्यादा स्थिर नहीं होती बल्कि भिन्न भिन्न नमूनों एवं भिन्न अवस्थाओं में वह भिन्न होती है, कभी-कभी तो एक ही नमूने में रबर के अणु एक परिमाण के नहीं होते बल्कि उनमें विभिन्न परिमाणों के अणु विद्यमान रहते हैं।

जैसा कि ऊपर अंकित है, रबर के अणु असंतृप्त होते हैं, किन्तु फिर भी वे विनिष्ट-तया स्थायी होते हैं। वल्कनीकृत रबर के नमूने १००-१०० वर्ष तक अपरिवर्तित रूप में ज्यों के त्यों रखे रहे हैं। अवल्कनीकृत अथवा वल्कनीकृत दोनों अवस्थाओं के रबर में अम्लों तथा क्षारों के प्रति विशेष सहनशीलता होती है, इसी लिए आजकल हाइड्रोकार्बोरिक अम्ल के मशहूर एवं परिवहन के लिए हजारों गैलनवाले रबर-स्तरित तवागों और पीपों का प्रयोग किया जाता है। एबोनाइट रबर का एक अत्यधिक वल्कनीकृत रूप है और यह मृदु वल्कनीकृत रबर की अपेक्षा रासायनिकतया कहीं अधिक रोधी होता है।

अपरिष्कृत रबर—१९४१ तक सारे मयार की खपत का लगभग ९०% रबर मलय, डच ईस्ट इण्डोनेशिया, हिन्द चीन तथा मीलोने के क्षेत्रों से प्राप्त होता था।

<sup>१</sup> Latex

<sup>२</sup> Empirical

इन स्थानों में खरबूखो (हेविया बैसिलियेन्सिस) का रोपण अच्छी तरह से जम गया था। ये वृक्ष ब्राजील में प्राकृतिक रूप से उपजनेवाले उन वृक्षों के ही वंशज हैं, जिनसे पुरानी परम्परा के अनुसार पारा खर प्राप्त होता था। यद्यपि ब्राजील में पारा खर अब भी उत्पन्न होता है परन्तु उपर्युक्त क्षेत्रों से प्राप्त खर की तुलना में उसकी उत्पत्ति बहुत कम होती है। इन दोनों प्रकार के खरों में केवल अति सूक्ष्म भेद होता है सो भी बड़ा विवादग्रस्त है।

वृक्षों से प्राप्त आक्षीर (लैटेक्स) में ४०% खर होता है। यह दुग्धीय द्रव पेड़ की छाल के नीचे रहता है और छाल को काटकर आक्षीर-वाहिनियों से चुभाया जाता है। ब्राजील में आक्षीर को घुआँ दिखाकर उसका स्कन्दन (कोआगुलेशन) किया जाता है, जब कि अन्य स्थानों में उसमें निश्चित अनुपात में फार्मिक अथवा ऐसेटिक अम्ल अथवा कभी-कभी तनु सल्फ्यूरिक अम्ल डालकर उपर्युक्त क्रिया प्रत्तिपादित की जाती है। प्राप्त स्कन्द (कोआगुलम या कर्नाट) को बेलनों के बीच बेलकर उसका स्तार (शीट) बनाया जाता है और इन्हीं स्तारों को धूम-वेश्म (स्मोक चेम्बर) में सुखाकर सुविद्यमान धूमित्र-स्तार (स्मोकड शीट) खर बनता है। पीला फ्रेप खर बनाने के लिए स्कन्द को बेलते समय बहते पानी में धोया जाता है तथा धूमनक्रिया नहीं की जाती।

विविध प्रकार की वस्तुएँ बनाने के लिए उपर्युक्त खर को सबसे पहले पर्याप्त रूप से मुषट्य बनाया पड़ता है, जिससे उसमें विविध सपोजन-सघटक मिलाये जा सकें तथा मरलता से उसका सरूपण (शोपिंग) अथवा ढलाई की जा सके। खर को अच्छी तरह कूट वाँ गूँधकर ही उसे मुषट्य (प्लास्टिक) बनाया जाता है। यह क्रिया प्रायः शक्तिशाली बेलनों द्वारा की जाती है। इस उपचार के समय खर पर वायु-मण्डलिक ऑक्सीजन का प्रभाव होता है, जिसके फलस्वरूप इस मुषट्य खर का भौतिक बल कम हो जाता है, किन्तु सत्पस्वान् यत्ननीकरण से उसका यांत्रिक बल पहले से भी अधिक हो जाता है तथा अन्तिम पदार्थ में प्रत्यास्थता (इंस्टिमिटी) एवं प्रत्यास्कन्दन (रेमीलियेन्स) के विशेष गुण आ जाते हैं। उल्लेखनीय यान यह है कि इसमें रोधी बल तथा अपघर्षण बचाव की दक्षिण इस्पान से भी अधिक हो जाती है। मुषट्यन क्रिया को त्वरित करने के लिए लघु अनुपात में कुछ रासायनिक पदार्थों विशेषकर न्यून वाष्पशील एरिल भर्कप्टनों का प्रयोग किया जाता है।

खर के यत्ननीकरण के लिए प्रायः एकमात्र गंधक का ही प्रयोग होता है और इस क्रिया में खर के हाइड्रोकार्बन से गंधक का रासायनिक संयोजन होता है। यह क्रिया  $125^{\circ}$ — $150^{\circ}$  सेण्टीग्रेड ताप पर सम्पन्न होती है। यत्ननीकृत खर में

१-४% संयुक्त गंधक होता है। यह पदार्थ कोई निश्चित रासायनिक यौगिक नहीं होता, वरन् ऐसा समझा जाता है कि इसमें ऊपर बताये गये प्रकार के लम्बे-लम्बे अणु होते हैं जो बीच-बीच में पार्श्वन गंधकसेतुओं (ब्रिज) द्वारा जुड़े रहते हैं। उपर्युक्त मूल से यह स्पष्ट है कि गंधक से रासायनिकतया पूर्णतया संतृप्त रबर का निबन्ध  $(C_5H_8S)_x$  होगा, और यह निबन्ध पूर्णतया बल्कनीकृत एबोनाइट के निबन्ध में बहुत मिलता है। संतृप्त होने के कारण एबोनाइट को रासायनिकतया बहुत स्थायी होना चाहिए। यह बड़ी आश्चर्यजनक बात है कि मृदु रबर तथा एबोनाइट के बीचवाले अल्पमध्य यौगिक इन दोनों की अपेक्षा बहुत कम स्थायी होते हैं।

सेलीनियम और गंधक के मादृश्य से यह आशा की जाती है कि सेलीनियम भी रबर के बल्कनीकरण के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है, परन्तु इसका प्रयोग केवल मृदु रबर बनाने तक ही सीमित है। विशेषकर टेट्राथियिलस्यूरम-डाइसल्फाइड तथा सल्फर क्लोराइड जैसे कुछ ऐसे यौगिक भी, जिनके विच्छेदन से गंधक प्राप्त होता है, वाणिज्यिक बल्कनीकर्ता के रूप में प्रयुक्त होते हैं। सल्फर क्लोराइड का सीत बल्कनीकरण के लिए बड़े व्यापक रूप में प्रयोग होता है। इसके लिए साधारण ताप पर किसी वाष्पशील विलायक में इस यौगिक का विलयन इस्तेमाल किया जाता है। सल्फर क्लोराइड द्वारा बल्कनीकरण का आविष्कार १८४६ में एल्क्जेंडर पार्कम ने किया था। इन्होंने व्यावहारिक रसायन के क्षेत्र में अनेक महत्वपूर्ण विधाओं का भी आविष्कार किया था।

केवल गंधक से रबर का बल्कनीकरण  $150^{\circ}$  से  $0^{\circ}$  ताप पर भी बहुत धीमी गति से होता है, अतः इस विधा को त्वरित करने के लिए आजकल कुछ उत्प्रेरक काम में लाये जाते हैं। जब चार्ल्स गुडइयर ने १८३० में बल्कनीकरण का आविष्कार किया था तो उनके रबर में गंधक के अतिरिक्त प्लाइट लेड जैसे त्वरक (ऐक्सिलरेटर) भी विद्यमान थे। बहुत मेपैठिक खनिज पदार्थ, विशेषकर मैग्नीशियम ऑक्साइड, सीस ऑक्साइड तथा कैल्शियम ऑक्साइड अथवा हाइड्रॉक्साइड का त्वरक के रूप में प्रयोग किया जा सकता है। पिछले लगभग ३० वर्षों में बल्कनीकरण त्वरकों के रूप में कार्बनिक यौगिकों की प्रयुक्ति का विशेष विकास हुआ है। रबर के अनुपात में इन त्वरकों की मात्रा बहुत कम होती है, प्रायः १% से भी कम, लेकिन उनकी कुल खपत बहुत अधिक होती है। इस कार्य के लिए प्रति वर्ष महसूटन ऐसे कार्बनिक यौगिक बनाये जाने लग हैं, जिनका पहले कोई विशेष महत्व न था। २-थियांलब्रेजयायजोल, डाइफिनिल्वानिडीन, यमद आइसोप्रॉपिल जैन्थ्रोक्विनेट तथा पाइपिरिडीनियम पेण्टामिथिलीन डाइथायोकाबमिट, यमद डाइथिलथायोकाबमिट



एवं टेट्रामिथिलप्युरेम मोनो तथा डाई-सल्फाइड सद्यः ऐलिफैटिक द्वितीयक अमीनों में व्युत्पन्न विविध डाईथायोक्सायमिट यौगिक इन त्वरकों के साधारण उदाहरण हैं। इनकी त्वरण शक्ति को पूर्णरूप में विकसित करने के लिए यगद ऑक्साइड का रहना भी आवश्यक है, इसी लिए गंधक के साथ-साथ यगद आक्साइड भी बल्बनीकृत रबर में प्रायः व्यापक रूप में मौजूद रहता है। इन त्वरकों की रासायनिक क्रिया अब भी ठीक-ठीक नहीं समझी जा सकी है।

प्रारम्भिक अनुभवों से यह ज्ञात हुआ था कि विभिन्न कार्बनिक त्वरकों की प्रयुक्ति से बल्बनीकृत रबर के भौतिक गुणों पर विविध प्रकार के प्रभाव पड़ते हैं। यह भी देखा गया कि ऐसे कार्बनिक यौगिक, जो अपेक्षाकृत क्षीण त्वरक थे, बल्बनीकृत रबर के उपयोगी जीवन तथा वायुमण्डलिक ऑक्सीजन, सूर्यप्रकाश एवं उष्मा के प्रति उनकी रोधशक्ति बढ़ाने में विशेष प्रभावशाली थे। फलतः 'प्रतिऑक्सीकारक' एवं ऐन्टी एजर्में बहलाने वाले कार्बनिक यौगिकों के बनाने के लिए एक बड़ा उद्योग उठ खड़ा हुआ।  $\alpha$  और  $\beta$  फिनिलनैप्थिलऐमीन तथा डाईनैप्थिल- $\beta$ -फिनिलीनडाईऐमीन सद्यः द्वितीयक ऐरोमैटिक ऐमीन अथवा इथिलीडीन ऐनिलीन जैसे ऐरोमैटिक ऐमीनों और ऐलीफैटिक ऐलिहाइडों के संघनन पदार्थ उपर्युक्त यौगिकों के अच्छे उदाहरण हैं।

यहाँ यह बात भी उल्लेखनीय है कि मन्चे रासायनिक अर्थ में रबर का विवल्बनीकरण अभी तक सम्पन्न नहीं किया जा सका है। यह संभव नहीं कि बल्बनीकृत रबर में से गंधक को निकालकर पुनः मूल अपरिष्कृत रबर प्राप्त किया जा सके। वाणिज्यिक 'पुनर्जनित' अथवा 'पुनः प्राप्त' रबर प्रायः ऐसा बल्बनीकृत रबर होता है जिसे किसी धार के साथ गरम करके उसमें विद्यमान स्वतंत्र गंधक का निरसन कर दिया गया हो और जो गरम करने तथा यांत्रिक उपचार से न्यूनाधिक रूप में मुपट्ट हो गया हो। इस रबर में रासायनिकतया समुक्त गंधक फिर भी मौजूद रहता है।

रबर का संयोजन—यद्यपि बल्बनीकृत रबर तथा उसमें और पदार्थ बनाने के लिए रबर और गंधक प्रथम आवश्यकताएँ हैं, किन्तु इसके लिए अन्य सघटकों का भी उपयोग होता है और इनके विभिन्न प्रयोजन होते हैं। पूरकों (फिलर्स) के अतिरिक्त सूक्ष्म कणोंवाले कुछ चूर्ण रबर का बल बढ़ाने में विशेष सहायक होते हैं। अनाकार<sup>१</sup> कार्बन इमवा सबसे अच्छा उदाहरण है। नेचुरल गैस की लो को इस्पात

प्रणाल (चैनल) से टकराकर इस प्रकार का कार्बन बनाया जाता है। टापर वगैरह जैसे रबर के ऐम सामानों के बनाने में, जिन्हें 'अपघर्षण' तथा यांत्रिक प्रतिबल' संभालना पड़ता है, रबर के बाद चैनल ब्लैक ही मुख्य सघटक होता है। दीप-काजल (लैम्प ब्लैक), एसेटिलीन काल तथा गैसीय हाइड्रोकार्बनों के ऊष्मीय विच्छेदन अथवा विदरण (क्रैकिंग) से बने अनाकार कार्बन भी इस काम के लिए इस्तेमाल किये जाते हैं। यद्यपि रबर के सबलम (रीइन्फोर्सिंग) में ये उत्तम चैनल ब्लैक से तनिक हीन होते हैं, किन्तु इनके अपने विशेष लाभ भी होते हैं। इसलिए रबरनिर्माता अपने कार्यानुकूल कोई कार्बन अथवा विभिन्न कार्बनों के मिश्रण चुन लेते हैं। निर्मित पदार्थों में यांत्रिक गुण उत्पन्न करने के लिए प्राकृतिक रबर की अपेक्षा सश्लिष्ट रबर में कार्बन काजल को मिलाना अधिक महत्वपूर्ण होता है। अन्य विशिष्ट प्रयोजनों के लिए भी मयोजक सघटकों की आवश्यकता होती है, जैसे पिताई-गुघाई एब अन्य यांत्रिक विधाओं का सरल बनाने के लिए पाइन-टार सदृश सुघट्यकारक (प्लैन्टि-सार्वाजिग एजेंट) तथा ऐच्छिक रंग उत्पन्न करने के लिए रंगद्रव्य (पिगमेंट)। रबरक एब प्रतिआक्सीजर्ता के अतिरिक्त अन्य सघटक वस्तुविशेष के अनुकूल चुने जाते हैं।

**आक्षीर<sup>१</sup> विघाट<sup>२</sup>**—पिछले दो दशकों में रबरनिर्माण विधा में उल्लेखनीय विकास हुआ है, इनमें रबर का प्रयोग मीधे आक्षीर के रूप में किया जाने लगा है। १७९१ में एम० पील के एक पेटेण्ट में कपड़ों को जलरोधी बनाने के लिए रबर विलयन अथवा आक्षीर का वर्णन किया गया है। परन्तु इसके लिए अथवा अन्य प्रयोजनों के लिए आक्षीर का वाणिज्यिक उपयोग अभी हाल तक नहीं किया गया। परिवहन व्यय कम करने के लिए आक्षीर का माद्वण करके उसकी रबर-मात्रा ६०% कर दी जाती है, यह क्रिया या तो अपकेन्द्र-गृथककारी की सहायता में पूरी की जाती है या मोडियम ऐलिनेट जैसे क्लिलीय क्रीमिंग एजेंट डालकर। आक्षीर के माद्वण के लिए उसमें पोटासियम हाइड्राक्साइड अथवा रक्षक क्लिलीय पदार्थ डालकर उसे सहायित भी किया जाता है। एक परिरक्षी<sup>३</sup> के रूप में अमोनिया अथवा पोटासियम हाइड्राक्साइड की लघु मात्रा सहित आक्षीर को पीपी अथवा बड़े-बड़े टैंकों में भरकर जहाजों में भेजा जाता है।

<sup>१</sup> Abrasive wear<sup>२</sup> Stress<sup>३</sup> Accelerator<sup>४</sup> Latex<sup>५</sup> Preservative

संयोजक सघटक चाहे ठोस हो या द्रव, आक्षीर में मिलाने के पूर्व जल में मृदुमत विक्षेपित कर लिये जाते हैं। इस प्रकार संयोजित आक्षीर से रबर की वस्तुएँ बनाने के लिए विभिन्न रीतियाँ अपनायी जाती हैं, जैसे थैलो अथवा बैलूनो के लिए निमज्जन (डिपिंग), धागे के लिए स्कन्दी ऊष्मक (कोआगुलेंट वाय) से उत्सारण<sup>१</sup>, स्तारों के लिए विस्तारण (स्ट्रेचिंग) तथा कृत्रिम चमड़े के लिए व्यापन<sup>२</sup> और वल्कनीकरण बहुधा सुखाने के बाद किया जाता है। उपयुक्त यंत्रों की महायता से आक्षीर को फेनायमान (फोमिंग) बनाकर कोशामय (सेलुलर) रबर तैयार करने में भी संयोजित आक्षीर का बड़ा सफल एवं व्यापक प्रयोग किया जाता है। फेनक (फॉय) को वाछित आकार के साँचों में ढालकर स्कन्दिता तथा वल्कनीकृत करके धोने तथा सुखाने के बाद हलका और मुलायम रबर-स्पञ्ज तैयार हो जाता है। इसकी बनावट में विशिष्ट एकरूपता होती है तथा वायु-कोशिकाएँ एक दूसरे से जुड़ी रहती हैं। विद्युत्-संवाहक (एक्जुमुलेटर्स) के पृथक्कर्ता बनाने के लिए सूक्ष्म रन्ध्रीय<sup>३</sup> एबोनाइट तैयार करते समय भी कुछ-कुछ इसी प्रकार का मिश्रान्त अपनाया जाता है, उपयुक्त संयोजित आक्षीर के आद्र स्कन्द का वल्कनीकरण करके "कठोर रबर" बनाते समय उसके अन्दर पड़े जल को बाहर नहीं निकलने दिया जाता।

आक्षीर की गोलिकाओं पर सामान्यतः ऋणात्मक विद्युत प्रभार होता है और इसके स्कन्दन के बहुत से रूप (फीचर) इस प्रभार (चार्ज) पर निर्भर होते हैं। इसके अलावा इनके विद्युत प्रभार के कारण आक्षीर में विद्युत्-धारा प्रवाहित कराकर रबर की वस्तुएँ बनायी जा सकती हैं। धातुओं के विद्युत-निक्षेपण (इलेक्ट्रो डिपोजिशन) के प्रतिकूल रबर का निक्षेपण घनाग्र<sup>४</sup> अर्थात् उस विद्युद्ग्र<sup>५</sup> पर होता है जिसके द्वारा धारा द्रव में प्रवेग करती है। स्वाभाविकतया रबर उस तल का आकार ग्रहण कर लेता है जिस पर वह निक्षेपित होता है और बाद में उससे पृथक् कर लिया जाता है।

रबर-आक्षीर का एक अत्यन्त चमत्कारी गुण यह है कि जब इसका गन्धक (अथवा यमद ऑक्साइड तथा शक्तिशाली त्वरक) के साथ संयोजन होता है तो इसके रबर का बिना स्कन्दन के ही वल्कनीकरण किया जा सकता है। इस प्रकार वल्कनीकृत आक्षीर की वल्कनीकृत गोलिकाओं पर अब भी विद्युत्-प्रभार एवं साधारण रबर

<sup>१</sup> Extrusion<sup>२</sup> Impregnation<sup>३</sup> Microporous<sup>४</sup> Anode<sup>५</sup> Electrode

गोलिकाओं के अन्य लक्षण बने रहते हैं। इसका तात्पर्य यह है कि वस्तुनिर्माण के लिए साधारण रबर-आखीर की तरह इस प्रकार चल्कनीकृत आखीर का भी सफलतापूर्वक प्रयोग किया जा सकता है, अन्तर केवल इतना होगा कि निष्पन्न वस्तु पहले से ही चल्कनीकृत होगी, उसे केवल सुखाना मात्र शेष रहेगा।

**रबर की रासायनिक व्युत्पत्तियाँ**—एक असतृप्त रासायनिक योगिक होने के नाते तेलों की तरह रबर में भी कुछ सकाळी<sup>१</sup> प्रतिक्रियाओं की अपेक्षा की जा सकती है, यद्यपि यह पहले ही बताया जा चुका है कि इस असतृप्त संरचना के बावजूद भी रबर में अपूर्व स्थायित्व होता है। यह भी लिखा जा चुका है कि चल्कनीकरण में गंधक का रबर से भयोजन होता है तथा एबोनाइट के रबर-अणु प्रायः पूरी तरह सतृप्त माने जाते हैं। इसी प्रकार क्षीत चल्कनीकरण में सल्फर क्लोराइड की क्रिया भी तेलों की तरह होती है। रबर के तल का चिपकाऊपन<sup>२</sup> कम करने के लिए ग्रोमीन और क्लोरीन का प्रयोग किया जाता है।

प्रायः पिछले दस वर्षों से दूसरे रासायनिक पदार्थ बनाने के लिए कच्चे माल के रूप में रबर का इस्तेमाल करने का व्यापक प्रयत्न किया गया है। अधिक उत्पादन के समय रबर के भजक आम्ल (डिस्ट्रिक्टिव डिस्टिलेशन) द्वारा ऐमे वाष्पशील कार्बनिक विलायक तैयार किये गये, जो टर्पेन्टाइन के प्रतिस्थापक के रूप में प्रयुक्त हो सकें। इस प्रकार की विधा का १८३३ ई० में ब्रिटिश पेटेंट कराया गया था किन्तु बार-बार इसकी पुनरावृत्ति होती रही। कोबल्ट साबुन जैसे उत्प्रेरकों की उपस्थिति में रबर का आक्सीकरण करके 'रबोन'<sup>३</sup> नामक प्रलाक्षरस<sup>४</sup> जैसा एक पदार्थ उत्पन्न करने का भी प्रयत्न किया गया।

प्रारम्भ से ही रबर के क्लोरीनीकरण की ओर भी लोगों का ध्यान आकृष्ट हुआ था और इसके लिए १८५९ में लगभग एक साथ ही दो पेटेंट लिये गये थे। गत २५ वर्षों में रबर के क्लोरीनीकरण में लोगों की रुचि फिर से जागी और विविध स्वामित्व-नामों से पदार्थ बने जिनका व्यापक प्रयोग भी हुआ। ऐसा पदार्थ केवल एक सकाळी (एंडिक्टिव) योगिक नहीं बल्कि उसमें क्लोरीन द्वारा हाइड्रोजन का प्रतिस्थापन भी हो जाता है। इस प्रकार की एक उत्पत्ति का सूत्र  $C_{10}H_{13}Cl_7$  निश्चित किया गया है। यह पदार्थ अज्वलनशील (नॉन-इफ्लेमेबल) है तथा इसका

<sup>१</sup> Additive<sup>२</sup> Tackiness<sup>३</sup> Catalysts<sup>४</sup> Rubbone<sup>५</sup> Lacquer

रूपान्तरण करके लघुघनता एवं उत्तम उष्मा-विसर्वाहन (हीट इन्सुलेशन) वाली रन्ध्री (पोरस) तथा रेजोदार (फाइबर) वस्तु बनायी जा सकती है। इसमें अम्लो एवं क्षारों के प्रति विलक्षण रोच<sup>१</sup> भी होता है तथा यह रगलेपों के एक उपयोगी मध्य-टक का भी काम करता है। साधारण ताप पर यह पदार्थ खर की तरह नहीं होता। खर तथा हाइड्रोजन क्लोराइड का मकाली यौगिक भी आकर्षक वस्तु है, इसमें विशेषतया नम्य एवं पारदर्शक झिल्ली बनने की क्षमता होती है और इस काम के लिए 'प्लियोफिल्म' के नाम से यह बाजारों में बिकती भी है।

यह एक बड़ी रोचक बात है कि परिशुद्ध गटापार्चा तथा परिशुद्ध खर का रासायनिक विश्लेषण करने पर एक समान ही फल प्राप्त होते हैं। परन्तु एक को दूसरे का रूप देने का, विशेष कर सस्ता होने के कारण खर को गटापार्चा बनाने का, कोई प्रयत्न सफल न हो सका। लेकिन कुछ रासायनिक प्रतिकर्मकों<sup>२</sup> की सहायता से खर से उसी निबन्धवाले अन्य उपयोगी पदार्थ बनाये गये हैं। इनमें से कुछ पदार्थों का तो अब उत्तम वाणिज्यिक महत्त्व भी है। 'प्लियोलाइट' अथवा 'प्लियोफार्म' विशेष उल्लेखनीय है, डलाई अथवा कपड़ों वगैरह पर विस्तारण (स्ट्रेचिंग) के लिए इसका अच्छा उपयोग होता है। 'बल्कलॉक' नामक एक दूसरा पदार्थ लोहे तथा इस्पात पर खर चढ़ाने के लिए बन्धनकारक<sup>३</sup> के रूप में बहुतायत से प्रयुक्त होता है। प्लियोफार्म तथा बल्कलॉक दोनों ही ऊष्मप्लास्टिक हैं तथा साधारण ताप पर इनका कठोर, अविस्तार्य<sup>४</sup> ठोस रूप होता है।

सश्लिष्ट खर—१८७९ में जी० वोल्फार्ड ने आइसोप्रेन से खर बनते देखा था, परन्तु खर के भ्रजक आमबन (डिस्ट्रिक्टव डिस्टिलेशन) के अतिरिक्त अन्य साधनों से प्राप्त आइसोप्रेन से खर के मश्लेपण का प्रथम अनुभव डब्लू० ए० टिल्डेन ने ही किया, जिसके फलस्वरूप अन्य पदार्थों से भी सश्लिष्ट खर का उत्पादन सम्भव हुआ। उसी समय से यह ज्ञात हुआ कि ऐसे अनेक हाइड्रोकार्बनों तथा उनकी व्युत्पत्तियों में, जिनमें  $C : C \cdot C \cdot C$  सूत्र की तरह की चार कार्बनपरमाणुओं की शृंखला जुड़ी रहती है, स्वतः एक में मिलकर खर जैसे पदार्थ उत्पन्न करने की क्षमता होती है। यद्यपि साधारणतया इस प्रकार की प्रतिक्रिया बड़ी मन्द गति से होती है परन्तु कुछ उत्प्रेरकों द्वारा यह त्वरित की जा सकती है। खर के मश्लेपण के लिए अगर आइसो-

<sup>१</sup> Resistance<sup>२</sup> Chemical agents<sup>३</sup> Bonding agent<sup>४</sup> Inextensible

प्रेन के स्थान पर अन्य अमनून यौगिक प्रयुक्त किये जायें तो उत्पन्न पदार्थ की बनावट प्राकृतिक रबर की बनावट से भिन्न होती है, यद्यपि उनके भौतिक गुणों में अन्तर नहीं होता, क्योंकि वे न्यूनी शृङ्खलावाले अणुओं की विशेषता हैं। प्राकृतिक अवस्था में प्राकृतिक रबर-जैसे ही रासायनिक यौगिक उत्पन्न करने की कोशिश की गयी थी, किन्तु आगे चलकर बूटाडीन के पुर्माजन<sup>१</sup> से मशिल्ट रबर तैयार करने में बड़ी प्रगति हुई। इस प्रतिक्रिया में बूटाडीन के साथ कुछ अन्य पुर्माजन योग्य पदार्थ भी मिला जाते थे। जर्मनी में बने ऐसे मशिल्ट रबर को 'बूना' की संज्ञा दी गयी। इस नाम की उत्पत्ति 'बूटाडीन' से ही है। बूटाडीन के पुर्माजन को मोडियम में उत्प्रेरित किया जाता था। बूना रबर के कई प्रकार होते हैं, जिनकी अपनी अपनी विशेषताएँ होती हैं। ये विशेषताएँ पुर्माजन के समय उपस्थित अन्य पुर्माजन योग्य पदार्थों की प्रकृति एवं प्रतिक्रिया की विभिन्न अवस्थाओं पर निर्भर करती हैं। 'बूना एम०' बूटाडीन और स्टाडीन ( $C_4H_6$ ,  $CH_2=CH-CH=CH_2$ ) का सह-पॉलीमराइड है, उसी प्रकार 'बूना एन०' बूटाडीन और ऐक्रिलिक नाइट्रील ( $CH_2=CH-CN$ ) का सह-पॉलीमराइड है, 'परबुना' भी उसी प्रकार की उत्पत्ति है जिसमें ऐक्रिलिक नाइट्रील का अनुपात अधिक होता है। यद्यपि ऐसे पदार्थ प्राकृतिक रबर से रासायनिकतया भिन्न होते हैं परन्तु उनका महत्त्व तो अपघर्षण-रोध, तेल-अवशोषण-गंध तथा विद्युत्-पृथक्कारी जैसे गुणों के कारण होता है। ऐसे गुण इन मशिल्ट रबरों में ऐसी सीमा तक विकसित किये गये हैं जितना प्राकृतिक रबर में भी संभव नहीं हुआ।

१९४१ में जापानियों द्वारा रबर के मुख्य रोपण-क्षेत्रों पर अधिकार कर लिये जाने के बाद रबर के मुख्य स्रोत भिन्न राष्ट्रों के हाथ में निकल गये। परन्तु मयूक्त राज्य अमेरिका के प्रबल प्रयत्नों से सम्बन्धित मकट टला और १९४४ तक मशिल्ट रबर का ऐसा उद्योग स्थापित हो गया जिसमें प्रारंभिक वर्ष १० लाख टन रबर उत्पन्न होने लगा। अमेरिका और ब्राजील के कारखानों से उत्पन्न रबर बूटाडीन-स्टाडीन सह-पॉलीमर प्रकार के होते हैं तथा GR-S के नाम से जाने जाते हैं। प्राकृतिक रबर के स्थान पर इनका प्रयोग सब प्रकार की यंत्रचालित मशीनों बनावट गाड़ियों के टायर बनाने के लिए किया जाता है। उत्तरी अमेरिका में अनेक अन्य प्रकार के भी रबर-मशिल्ट होते हैं, इनमें अवलम्बनीकरणीय एक रबर मृदुल पदार्थ 'पॉली-आइसोबुटाडीन' भी है। जैसा कि इसके नाम से स्पष्ट है, यह आइसोबुटाडीन और

बुटिलीनो तथा बूटाडीन या आइसोप्रेन के एक बल्कनीकरणीय सह-पॉलीमर के पुरुभाजन से बनता है। अन्य और कई प्रकार के सश्लिष्ट रबर बड़े पैमाने पर बनाये जाते हैं, प्रयोगशाला-पैमाने पर तैयार किये जानेवाले ऐसे रबरों की संख्या सैकड़ों की है। सश्लिष्ट रबर का उद्योग रूस में भी विद्यमान है किन्तु उसके बारे में अधिक जानकारी नहीं है। अनुमान है कि जर्मनी के 'बूना' उद्योग का भी विशेष प्रसार एवं विकास हुआ होगा।

नियोप्रेन सश्लिष्ट रबर का एक दूसरा वाणिज्यिक रूप है, जो क्लोरोबूटाडीन ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CCl}=\text{CH}_2$ ) के पुरुभाजन से उत्पन्न किया जाता है, फलतः इसकी बनावट  $(\text{C}_4\text{H}_5\text{Cl})_x$  होती है। इसमें पुराना न होने तथा ऊष्मा-स्थायित्व के बड़े उत्तम गुण होते हैं, तथा बूना-N प्रकार के रबर की तरह इसमें तेलों और अनेक कार्बनिक विलायकों की क्रियाओं का प्रतिरोध भी प्राकृतिक रबर की तुलना में कहीं अधिक होता है। प्राकृतिक रबर तथा बूटाडीन से व्युत्पन्न सश्लिष्ट रबरों की तरह बल्कनीकरण के लिए इसमें गंधक अनिवार्य नहीं होता, बल्कि उसी प्रकार का भौतिक परिवर्तन उत्पन्न करने के लिए इसे यशद ऑक्साइड के साथ गरम किया जाता है। यद्यपि प्रारम्भ में 'नियोप्रेन' नाम का प्रयोग क्लोरोबूटाडीन के पुरुभाजन से उत्पन्न पदार्थ के लिए ही किया गया था किन्तु बाद में इसका प्रयोग एक वर्ग के लिए किया जाने लगा और उसके आगे कोई एक अक्षर लगाने से पदार्थविशेष का बोध होने लगा।

'बूना' और 'नियोप्रेन' के मश्लेषण के लिए बूना और कोक प्रारम्भिक पदार्थ के रूप में इस्तेमाल होते हैं, जिनसे पहले कैल्शियम कार्बाइड और एसिटिलीन बनती है। इसी एसिटिलीन से विविध रासायनिक परिवर्तनों के बाद बूटाडीन या क्लोरो-बूटाडीन तैयार होता है। संयुक्त राज्य अमेरिका में बूटाडीन उत्पादन के अन्य तरीकों को भी प्रथम दिया गया है—ब्यूटेन तथा ब्यूटिलीनो जैसी पेट्रोलियम गैसों के उत्प्रेरक हाइड्रोजन की विधा और ऐलकोहाल से उत्प्रेरक विधा द्वारा बूटाडीन प्राप्त करना इनके उदाहरण हैं। GR-S के लिए स्थायीरुन का उत्पादन बेंजीन तथा इथिलीन के उत्प्रेरक सघनन से किया जाता है।

उपर्युक्त सश्लिष्ट रबरों के अतिरिक्त आवश्यक विविध रासायनिक विधाओं (प्रक्रियाओं) से अनेक ऐसे वाणिज्यिक पदार्थ प्राप्त होते हैं, जिनमें रबर जैसे गुण होते हैं यद्यपि वे रासायनिकतया प्राकृतिक रबर से और भी भिन्न होते हैं। इनमें से अधिकांश पदार्थ अपने-अपने स्वामिन्व (प्रोप्राइटरी) नामों से बाजार में बिकते हैं। इनके रबर जैसे गुण भी लम्बी शृंखलावाली आणविक संरचना पर निर्भर होते हैं।

इस सन्ध में थायकोलो तथा 'पॉलीथीन' की चर्चा की जा सकती है। इथिलीन-डाइसल्फाइड के पदार्थ थायकोलो के बड़े सरल उदाहरण हैं। इथिलीन के पुम्भाजन से ही पॉलीथीन तैयार होती है। ये पदार्थ बहुत कुछ गटापार्चों के समान होते हैं लेकिन ऊष्मा तथा ऑक्सीभवन के प्रति इनमें अधिक स्थायित्व होता है।

मध्यम राज्य अमेरिका एवं कनाडा के सडिल्ट रबर कारखानों के वन जाने में द्वितीय महायुद्ध में मित्र राष्ट्रों की फौजों के गमनागमन के लिए अत्यावश्यक पदार्थ रबर के भयंकर अभाव की बड़ी सफल पूर्ति हुई। उस समय अधिकाधिक रबर उत्पन्न करने की समस्या थी, किन्तु आज रसायनज्ञों एवं रासायनिक इंजीनियरों के सामने इतने व्यापक पैमाने पर उत्पन्न होनेवाले रबर की खपत का विचाल प्रश्न उपस्थित हो गया है।

### ग्रन्थमूर्ची

- BARRON H    *Modern Synthetic Rubbers*, 2nd Ed Chapman & Hall, Ltd
- DAVIS, C C, AND BLAKE, J T    *Chemistry and Technology of Rubber*. Reinhold Publishing Co
- GEFR, W C    *Reign of Rubber* The Century Co
- HENCOCK, THOMAS : *Personal Narrative of the Origin and Progress of the Caoutchouc or India-Rubber Manufacture in England* Longman, Brown Green, Longmans and Roberts
- GOODYEAR, CHARLES    *Gum Elastic* 1855 facsimile reproduction, 1937, MacLaren & Sons

### चमड़ा

डोरोथी जॉर्डन-सायड, एम० ए० (वैम्ब्रिज), डी०

एन-सी० (लन्दन), एफ० आर० जार्ड० सी०

चमड़े का उद्योग मानव-इतिहास के प्राचीनतम उद्योगों में से है। चमड़ा बनाने का काम मनुष्यों वर्ष पूर्व प्रारम्भ हुआ था और प्राचीन लोगों में शायद ही कुछ ऐसे होंगे जिनकी सस्मृति में चमड़ा-कमर्से की सरल रीतियों का उल्लेख न हो। फारो



की कत्रो से चमड़े की ऐसी ऐसी वस्तुएँ मिली हैं, जिनसे उन पशुओं का भी पता लगता है जिनकी खाल से वे बनी थी। चमड़ा-निर्माण कला की इस प्राचीनता को ध्यान में रखते हुए इसमें आश्चर्य ही क्या किया जा सकता है कि रसायनविज्ञान के प्रादुर्भाव के बहुत पहले से यह कला अपनी अनुभवजन्य पूर्णता प्राप्त कर चुकी थी।

प्राचीन समय के चमड़ा कमानेवालों के पास ऐसी चीजें थी जिनसे पशुओं की सड़नेवाली एव नाशवान् खाल से वे न सड़नेवाला अच्छा चमड़ा तैयार कर लेते थे। इस कार्य के लिए प्रयुक्त होनेवाले पदार्थ विविध प्रकार के होते थे—स्पायर, जगम एव खनिज। पशुओं की बसा तथा तेल तो इस काम के लिए बहुत समय से इस्तेमाल होते रहे हैं। बैल की खाल को पशुबसा से कमाने का उल्लेख होमर ने अपने 'इलियड' में किया है। यह विधा अब भी कारखानों में कम्बाय चमड़ा बनाने के लिए इस्तेमाल की जाती है। यह चमड़ा आजकल भेड़ों की खाल से तैयार किया जाता है। कम्बायकरण अर्थात् तेल से चमड़ा कमाई अब भी प्रायः एक अनुभवजन्य विधा है। इससे जो चमड़ा तैयार होता है उसमें जलरोकता विशेष रूप से होती है। इसी लिए इसे धाव्य-चमड़ा<sup>१</sup> भी कहते हैं। इस विधा में तेल का स्वतः ऑक्सीकरण होता है, जिससे ऐलिडहाइड उत्पन्न हो जाते हैं। कच्चे चमड़े के कमाये जाने से इस प्रतिक्रिया का सचमुच कितना सबन्ध है, नहीं बताया जा सकता। इस काम के लिए इस्तेमाल होनेवाले तेलों में काड़ तेल प्रमुख है, जिसमें असंतृप्त बसीय अम्लों वाले कुछ ग्लिसराइड होते हैं। एस्किमो लोगों में तेल से चमड़ा कमाने की पुरानी विधा अब भी प्रचलित है। कुछ जातियों में सील की खाल को आदमी के बासी मूत्र में भिगोकर कमाने की प्रथा है। इस रीति में मूत्र के सघटकों से खाल की बसा-कोशओं की भित्तियाँ फट जाती हैं और उनमें से बसा निकलकर उसके तन्तुओं में फैल जाती है, जिससे वह कमा उठता है।

तेल से कमाये हुए चमड़ों की यह विशेषता होती है कि भीगने पर वे कड़े हो जाते हैं लेकिन काम में लाये जाने पर फिर मुलायम हो जाते हैं। ऐलिडहाइडों से कमाये चमड़े में भी यह विशेषता होती है। उत्तरी एशिया के रेण्डियर तुंगस लोगों द्वारा धुएँ से कमाये चमड़े इस वर्ग के प्राचीन उदाहरण हैं। एस्किमो लोगों की तरह ये लोग भी पेड़ों की छाल और टहनियों से चमड़े की कमाई करते थे। चमड़ा-कमाई की यह विधा यद्यपि अनुभवजन्य ही है, फिर भी लकड़ी के धुएँ में फार्मालिडहाइड की

<sup>१</sup> Wash-leather

उपस्थिति जानी गयी है, और इसके घुँ से कमाये चमड़े फार्मालिडहाइड से कमाये चमड़े के समान होते हैं। सीधे फार्मालिडहाइड इस्तेमाल करके चमड़ा बनाने की रीति रासायनिक ज्ञान पर आधारित है। इस रीति से "डोएस्किन" दस्ताने के चमड़े बनाये जाते हैं, ये भी कम्बाय चमड़े की तरह भेड़ों की खाल में ही तैयार किये जाते हैं। तेल में कमाये चमड़े हलके पीले अथवा पीले रंग के होते हैं जब कि फार्मालिडहाइड से कमाये चमड़े सफेद होते हैं। इन दोनों प्रकार के चमड़ों को साबुन और पानी से धोया जा सकता है तथा मुखाकर और काम में लाकर मूलयम कर लिया जा सकता है। इसी लिए ऐसे चमड़े दस्ताने बनाने के लिए बहुत प्रचलित हैं, उनका या तो प्राकृतिक रंग रहने दिया जाता है या उन्हें रुचि-अनुसार रंग लिया जाता है।

उपर्युक्त दोनों विधाओं (प्रक्रियाओं) में खाल के कणों अर्थात् उसकी ऊपरी सतह की कमाई में कठिनाई होती है। इस कठिनाई को हल करने के लिए पहले यन्त्रों द्वारा खाल के कणों को साफ कर दिया जाता था, जिसमें दोनों तरफ 'स्वेड' सतह वाला चमड़ा बन जाता था। लेकिन अब रासायनिक ज्ञान से बिना कणों को साफ किये हुए फार्मालिडहाइड चमड़े तैयार किये जाते हैं, जो सरलता से धोये जा सकते हैं। इनके एक ओर 'किड' सतह और दूसरी ओर 'स्वेड' सतह होती है। पूरे कणमहित फार्मालिडहाइड चमड़े के निर्माण में प्रत्येक पद पर कठोर रासायनिक नियंत्रण की आवश्यकता होती है।

वानस्पतिक पदार्थों के जलीय निस्सार में चमड़ा कमाना बड़ी प्राचीन रीति है, जो माधारणतया अब भी प्रयुक्त होती है। तल्ले के चमड़े प्रायः इसी तरह कमाये हुए होते हैं। इनके अतिरिक्त मरीनों के पट्टे, धोड़े की काठी, लगाम, बाईसिकिल की गद्दी, अन्य प्रकार के पट्टे और तस्मे, सूटकेस, पम्प धरंहर के वाशर, कवच एवं अन्य शस्त्रसभार, घर के सामान, मोटर गाड़ियों के सामान, हैट की पट्टी, जिल्दबन्दी के सामान, चर्मों के केस तथा अन्य प्रकार के सुन्दर सुन्दर वस्त्र और डब्बे इत्यादि ऐसे ही चमड़े से बनाये जाते हैं। वस्तुतः सभी प्रयोगों के लिए चमड़े की वानस्पतिक कमाई की जाती रही।

पुराने समय में वानस्पतिक कमाई करनेवाले सामान जुटाकर उनके जलीय आक्वाय<sup>१</sup> अपने आप बना लेते थे। यह प्रथा कुछ हद तक अब भी प्रचलित है, विशेष कर कुछ विशिष्ट पदार्थों के लिए, किन्तु अब बहुधा बने-बनाये सांद्रित निस्सारों<sup>२</sup>

<sup>१</sup> Infusion<sup>२</sup> Concentrated extracts

का प्रयोग बढ़ता जाता है। पहले चमड़ा कमाने के द्रव ओक, मिमोसा, हेमलॉक, मैंग्रोव इत्यादि की छाल, मुमैक और खैर (गैम्बीर) की पत्तियों एवं टहनियों, हरी-तकी के फल और ऐलैरोविल्ला, टारा, डिवी-डिवी की फलियों से तैयार किये जाते थे।

उपर्युक्त प्राकृतिक पदार्थ चमड़ा कमाने के लिए अब भी उपलब्ध हैं किन्तु जैसा पहले कहा जा चुका है, आजकल इनके सांद्रित निस्सारों का प्रयोग अधिक प्रचलित है। इन निस्सारों के बनाने का एक रासायनिक उद्योग ही खड़ा हो गया है जिसके फलस्वरूप कुछ ऐसी लकड़ियों से प्राप्त टैनीन भी काम में आने लगी, जो सरलता से प्राप्य न होने के कारण पहले कभी नहीं इस्तेमाल की जाती थी। इस प्रकार की लकड़ियों के निस्सारों का आधुनिक चमड़ा-कमाई में बड़ा महत्व है। इनमें से सर्वाधिक महत्वपूर्ण दक्षिणी यूरोप तथा उत्तरी अमेरिका से प्राप्त चेस्टनट, दक्षिणी अमेरिका का ब्युवैको, स्वीडन का ओकउड, स्प्रूस तथा अन्य कोनीफर हैं। इनके अलावा कागज उद्योग की लुगदी के अवशिष्ट सल्फ़ीयित लिग्नीन भी बड़े काम की चीज है।

यद्यपि प्राकृतिक पदार्थों से चमड़ा कमाने की प्रथा प्रायः एक हजार वर्ष से प्रचलित है, लेकिन केवल पिछले लगभग पचास वर्षों से ही इसके विकास में रसायन-विज्ञान की सहायता ली गयी है। पुराने दिनों में कच्चे माल सस्ते थे तथा जहाँ के तहाँ मिल जाते थे, और सबसे बड़ी बात यह थी कि समय का कोई प्रश्न न था। चमड़ा कमाई का काम किसान लोग बहुधा जाड़ों में किया करते थे और जिस खाल को तनु द्रवों में एक ऋतु में डाल देते वह दूसरी ऋतु तक उसमें बिना खराब हुए पड़ी रहती। किन्तु आजकल चमड़ा कमाई एक सुगठित उद्योग है और इंग्लैंड में प्रायः बन्दरगाहों के नजदीक स्थित है, जहाँ सारे ससार से कच्चे माल आते हैं। इसके अलावा ऊपरी खर्चों को कम करने में समय की बचत भी बड़ी महत्वपूर्ण बात है। साथ ही चमड़ा कमाई विधा में विशेष गति आ जाने के कारण उसके प्रत्येक पद पर मठिन एवं सुगन्ध नियंत्रण की आवश्यकता हो गयी जो रासायनिक रीतियों से ही संभव हुआ।

वातस्पतिक पदार्थों से चमड़ा कमाने के लिए अम्ल द्रव की आवश्यकता होती है। पुराने समय में यह अम्ल टैन द्रवों के किण्वन<sup>१</sup> से तैयार हो जाता था, किन्तु किण्वन केवल कुछ ही द्रवों में ही पाया था। कालान्तर में रासायनिक अनुगन्धानों से ठीक ठीक अनुपात में उपयुक्त अम्ल अलग से डालना संभव हो गया। इसके परि-

गामस्वरूप न केवल किष्कन योग्य टैनीनो का अनुचिन खर्च बच गया (क्योंकि टैनीनो में ही अम्ल तैयार होता था) वरन् ऐमे टैनीन निस्सार भी मफलतापूर्वक इस्तेमाल होने लगे, जिनके किष्कन से अम्ल नहीं उत्पन्न होता था।

हरीतकी टैनीन में प्रचुर अम्ल उत्पन्न होता है किन्तु व्युर्वको में नहीं। किन्तु अब अलग से अम्ल डालने के कारण टैनीन और उपयुक्त अम्ल का ठीक टीक चुनाव करके चमड़ा कमानेवाले अपने चमड़े के प्रकार और गुण में बड़े-पेट परिवर्तन कर सकते हैं, वह चाहें तो कड़ा चमड़ा तैयार कर लें चाहे मुलायम और चमड़े की जल-पार-गम्यता (परमोयेबिलिटी) भी प्रायः अपनी इच्छानुसार निश्चित कर सकते हैं। आजकल चमड़ा-कमाई के लिए निस्सार बनानेवाले भी मिश्रित निस्सार तैयार करने लगे हैं, लेकिन इनके प्रयोग में वांछित मफलता अभी प्राप्त होती है जब इनके मफटकों के रासायनिक गुण अच्छी तरह जान हों।

चमड़ा-कमाई के लिए फिटकरी और नमक जैसे स्थानिक पदार्थों का प्रयोग भी बड़ा पुराना है। दस्तानों और जूतों के लिए मुन्दर मफेद और रमीन चमड़े बनाने के लिए यह प्रक्रिया प्रयुक्त होती थी। आजकल भी यह रीति स्वेत चमड़ा बनाने तथा फर खाल एवं ऊनी भेड़ों की खाल कमाने के लिए इस्तेमाल की जाती है। फिटकरी से चमड़ा कमाने में सबसे बड़ी हानि यह है कि चमड़े एकदम जल-अनवगोचरी (नॉन-पेर्मिस्टेंट) हो जाते हैं, अर्थात् एक बार भीसकर कड़े हो जाने पर फिर वे कभी मुलायम नहीं होते। पुराने काल में कुछ समय तक प्रयोग करने के बाद दस्तानों के बड़े होकर खराब हो जाने का यही कारण था, क्योंकि हाथ के पसीने में जहाँ वे एक बार कड़े हो जाते फिर वे बेकार ही हो जाते थे।

आजकल फिटकरी के स्थान पर सोम लवणों में चमड़े की कमाई होने लगी है। इस विधा के आविष्कार का श्रेय रसायनज्ञों को है। सोम लवण सोम अयस्को (ऑर्म) में बनाये जाते हैं तथा सर्वथा रासायनिक उद्योग की ही देन है। १८५८ में नैप ने चमड़ा-कमाई की सोम विधा का पेटेंट कराया था और उन्हीं ने १८७९ में इंग्लैंड में इसका प्रचलन भी किया। अच्छे जूतों का ऊपरी चमड़ा तथा कोट और बेस्ट कोट के लिए चमड़े आजकल इसी विधा में तैयार किये जाते हैं।

सोम से कमाये चमड़े की सबसे मनोरञ्जक विशेषता यह है कि एक बार सूख जाने के बाद फिर यह भीसता नहीं यानी किसी विशेष रीति में जल-मह बनाये बिना ही यह जूतों के ऊपरी चमड़े के लिए बड़ा उपयुक्त होता है। सोम चमड़े पर वातस्थानिक पदार्थों में कमाये चमड़े की तुलना में गरम जल का भी कम असर होता है।

रासायनिक अन्वेषणों के परिणामस्वरूप चमड़ा कमाई के लिए अन्य और

किन्तु आजकल चमड़ा बनाने में केवल उमे कमाना मात्र ही पर्याप्त नहीं, उसके लिए कितनी ही अन्य विधाएँ (प्रक्रियाएँ) भी अपनायी पड़ती हैं। पहले खाल को साफ करके उसके बाल निकाले जाते हैं, जिससे उसके छिद्र इस प्रकार खुल जायें कि उनमें टैनीन के अणु गरजता से प्रवेश कर सकें। खाल से बालों की मफाई सोडियम सल्फाइड सहित चूने के बालम्बन (सस्पेंशन) से की जाती है। चूने से हल्का सा जलाशन (हाइड्रॉलिसिस) होता है और सोडियम मल्फाइड अपचायक (रिड्यूसिंग एजेंट) का काम करता है। इस प्रकार रसायनशास्त्र की महायत्ना में इस विधा का नियन्त्रण किया जा सकता है। कभी कभी खालों से बाल उतारने का काम दह-मांड़ा उपचार और तत्पश्चात् प्रोटीनाशिक एंजाइमों की क्रिया द्वारा भी सम्पन्न किया जाता है। यह रीति भी रासायनिक अन्वेषण का ही फल है तथा इसमें कठिन रासायनिक नियन्त्रण की आवश्यकता होती है। मुलायम चमड़ा बनाने के लिए हल्की जालोंको कमाने के पहले प्रायः हमेशा उनका एंजाइम से उपचार करना पड़ता है। पुराने समय में इस क्रिया के लिए कुत्ते, मुर्गों तथा शेर तक के मल का आक्वाय इस्तेमाल किया जाता था। आगे चलकर जे० टी० उड के कार्यों से यह स्पष्ट हो गया कि इस अनुभवजन्य रीति का रासायनिक आधार प्रोटीनाशिक एंजाइमों की ही क्रिया थी, और अब ये एंजाइम पैक्रियाम अथवा जीवाणु-सर्व (बैक्टीरियल कल्चर) से प्राप्त तथा दुर्गन्धयुक्त मल आक्वायों के स्थान पर प्रयुक्त किये जाते हैं।

कमाये जाने के बाद चमड़ों का परिष्करण किया जाता है। तल्लों के चमड़ों को तेलोपचारित करके बेलनों द्वारा बेल दिया जाता है जिससे वे मजबूत और टिकाऊ हो जायें।

मशीन के पट्टे, धोड़े की काठी और लगाम, माइकिल की गद्दी तथा तस्मों के चमड़ों का खूब स्नेहन किया जाता है। इस उपचार में चमड़े के तन्तुओं में स्नेह प्रवेश कर जाता है जिससे वह मजबूत और आनम्य (प्लायेबल) हो जाता है। चमड़े के बन्दर तेल का प्रवेश उसके स्थानता (विस्कासिटी) तथा तलननाथ (मर्कस टेन्शन) पर निर्भर होता है, साथ ही उसके भीतर तेल को अपरिवर्तित रूप में बनाये रटने के लिए हवा द्वारा उसके अमृतुप्त वगीय अम्बों के स्वतः ऑक्सीकरण को रोकना पड़ता है।

जूता, दन्ताना, वस्त्रों तथा दोभा की वस्तुओं के लिए चमड़ों को तरह-तरह के रंगों में रंगना पड़ता है, आजकल उन पर प्लास्टिक परिरूप भी चढ़ाया जाता है। रंगाई उद्योग भी रसायनविज्ञान पर आधारित है और आज के प्रायः सभी रंग रासा-

यनिक प्रयोगशालाओं के उत्पादन हैं तथा सफल रेंगाई के लिए सतर्क रासायनिक नियंत्रण की आवश्यकता होती है।

रेंगाई के सबन्ध में कपड़े और चमड़े में एक आधारभूत भेद होता है। चमड़े की तन्तुरचना एकसम नहीं होती बल्कि विभिन्न स्थानों पर भिन्न-भिन्न होती है। इसी लिए साधारणतया उनकी रेंगाई एकरूप नहीं होपाती। इसके लिए आजकल चमड़ों पर रंगद्रव्य-युक्त प्लास्टिक का एक स्तर चढ़ा दिया जाता है। ये प्लास्टिक चाहे तो केजीन-फार्मालिडहाइड प्लास्टिक हो अथवा नाइट्रो-सेलुलोज प्रलाध (लैकर)। अन्य सिलिक्ट एवं प्राकृतिक रेजीन भी प्रयुक्त होती हैं। चमड़ों का इस प्रकार परिवर्तन प्लास्टिक उद्योग का एक भाग कहा जा सकता है और प्लास्टिक उद्योग तो सर्वथा रासायनिक विज्ञान पर ही निर्भर है। मोटर गाड़ियों के सामानों के लिए प्रयुक्त होनेवाले सभी चमड़ों का परिवर्तन नाइट्रो-सेलुलोज प्रलाधों में ही किया जाता है। पुराने जमानेवाले पेटेंट चमड़े पर अलसी तेल की धीरे-धीरे जमनेवाली वार्निश का स्तर चढ़ाया जाता था, किन्तु आधुनिक समय में चमड़ों का परिवर्तन रंगद्रव्य-युक्त प्लास्टिक अथवा नाइट्रो-सेलुलोज से किया जाता है, यह एनामलकृत चमड़े कहे जाते हैं।

### ग्रन्थसूची

- ARNOLD, J. R. : *Hides and Skins* A. W. Shaw Co, Chicago  
 GNAMM, H. *Gerbstoffe u. Gerbmittel* Julius Springer  
 GRASSER, G., AND ENNA, F. O. A. *Synthetic Tannins* Crosby Lockwood & Son.  
 HOUBEN, L. *La Courroie*, Houben, Verviers  
 IMPERIAL INSTITUTE *Preparation of Empire Hides and Skins.*  
 IMPERIAL INSTITUTE *Tanning Materials of the British Empire.*  
 JORDON-LLOYD, D. *Leather.* Royal Institute of Chemistry.  
 LAMB, M. C. *Manufacture of Chrome Leather* Anglo-American Technical Co., Ltd., London.  
 LAMB, M. C. *Leather Dressing* Anglo-American Technical Co., Ltd., London.  
 NIERENSTEIN, M. *Natural Organic Tannins* J. & A. Churchill.  
 PROCTER, H. R. : *Principles of Leather Manufacture* E. & F. N. Spon, Ltd

- SCHINDLER, W. *Die Grundlagen des Fettlichenes* Suhrschke Verlag, Leipzig
- STASNA, E. *Gerbereicheitliche Theorien Steinkopf*
- WILSON J. A. *Chemistry of Leather Manufacture* Reinhold Publishing Co
- WOOD, J. L. *Practical Bating and Dyeing of Hides* E. & F. N. Spon, Ltd

## आसजक और सरेस<sup>1</sup>

आर० पैरी ड्यू, एम० एम सी० (मेडिकल), एफ० आर० आर्द० सी०

आसजक अर्थात् 'ऐडेहेसिव' उद्योग में सरेस, बाँध देने तथा अन्य इसी प्रकार की वस्तुएँ तैयार की जाती हैं, जिसका अनेक औद्योगिक प्रयोजन में उपयोग होता है। सरेस सरेस इनका एक उत्तम उदाहरण है, जिसका प्रयोग प्राचीन ग्रीस के लोग करते थे और तभी से मजदूर और बनाउट के काम में इसका इस्तेमाल होता आया है। उपस्कर (प्लींकर) के बोलुकाइसी (स्प्लिंकिंग) में ऐसा सुन्दर सुन्दर वस्तुएँ मण्डूत हैं जो आज तक अपने मूल स्वरूप में पूर्णतया सुरक्षित हैं। दो प्लास्टी के टुकड़ा को सरेस से जोड़ने की माधुर्य विद्या का यह अति सूक्ष्म इतिहास है। इस सामान्य रीति के अध्ययन से यह ज्ञान होया कि एक पुरानी कला विज्ञान का प्रभाव का किस प्रकार बड़ी और बड़े आज तक विज्ञान आपूर्ति उद्योग के रूप में विद्यमान है।

पुरुषों कागीकर वस्तुओं की रसायनिक गुणवत्ता का पाली से उदाहरण अपने काम के लिए सरेस बनाते थे। कवच को निधारकर उसे उद्घाटित करने काइ सरेस का तैयार किया जाता था। यही द्रव जो गरम रहने स्थान (विस्तार) द्रव के रूप में होता, टट्टा हों जाने पर जमकर जेरी बन जाता। गरम द्रव द्रव को दो प्लास्टिका के बीच लगाकर उन्हें बसकर बांध दिया जाता जोड़ के मूल जाने पर सामान में दोनों टुकड़े आपस में जुट जाते।

स्पष्ट है कि जोड़ को पक्का करने के लिए कुछ अन्य बातें भी आवश्यक थी।

<sup>1</sup> Adhesives and glues

अम्लों की क्रिया पर आधारित हड्डियों के मृदुलन की एक अन्य विधा भी विकसित हुई, किन्तु इसका अधिक प्रयोग साद्य जिन्डेटिन तैयार करने में हुआ, अतः यहाँ पर उसका कोई विस्तृत उल्लेख करने की विशेष आवश्यकता नहीं है।

बीसवीं शताब्दी के प्रथम दशक में सरेस उद्योग काफी अच्छी तरह विकसित हो गया था और उसमें बड़े पैमाने पर प्राविधिक रीतियाँ भी अपनायी गयी थी। यदि पॉपिन की प्रतिभा और उसके अनुशीलन की बात छोड़ दी जाय तो यह कहा जा सकता है कि उपर्युक्त रीतियों के विकास में वैज्ञानिक अनुसन्धानों का कोई विशेष हाथ न था, बरन इसका श्रेय अधिकांशतः उन कारखानेवालों की योग्यता और उनके अध्यवसाय को है जो अपने समय की आर्थिक स्थिति एवं प्राविधिक प्रगति के साथ साथ बराबर चलते रहे। यस्तुतः आज के सामाजिक इंजीनियरिंग एवं प्रोटीन-रसायन को ध्यान में रखकर हम बात पर बड़ा अचम्भा होता है कि प्रोटीन जैसा जटिल पदार्थ केवल अनुभवजन्य रीतियों में इतने बड़े औद्योगिक पैमाने पर कैसे इतनी सफलतापूर्वक विधायित होता रहा।

१९१४ के महायुद्ध का आगजकों के अध्ययन पर विशेष प्रभाव पड़ा। हवाई जहाज बनाने में लकड़ी जोड़ने के लिए पशुसरेस की बड़ी महत्वपूर्ण आवश्यकता हुई। ऐसे सरेस की अनिवार्य उत्तमता के कारण सरकार ने पशुसरेस की विनिष्ठियाँ (स्पेसिफिकेशन) निर्धारित कर दी जिनमें उसके तनाव सामर्थ्य (टेन्सिल स्ट्रेंथ) का निश्चयन भी शामिल था। इतना ही नहीं, सरकार ने इस समस्या पर समष्टि रूप से अध्ययन करने के लिए एक समिति भी नियुक्त कर दी। मौलिक प्रयोगात्मक कार्य की एक योजना धनी एवं कार्यान्वित हुई, और १९२२—२३ में उसकी रिपोर्टें तीन खण्डों में प्रकाशित हुई। “एट्टेमिव कमेटी” के ये प्रतिवेदन (रिपोर्ट) बड़े उल्लेखनीय हैं, क्योंकि इनमें आसजन की समस्याओं को हल करने के लिए आधुनिक अन्वेषणरीतियों का प्रथम वर्णन है, इसके अतिरिक्त इनमें विषयविशेष की भारी प्रगति एवं विकास के लिए बड़ी प्रेरणा और बड़ा उत्साह प्राप्त हुआ। इस प्रकार ‘ब्रिटिश स्टैंडर्ड्स इन्स्टिट्यूशन’ प्रारम्भिक विशिष्टियों को निरन्तर मशोधित करता रहा तथा १९२७ में मरेसपरीक्षा की कुछ और रीतियाँ भी प्रकाशित की गयीं। इन रीतियों के निर्धारण में रसायनज्ञों और निर्माताओं तथा उपभोक्ताओं के प्रतिनिधियों ने काफी सावधानी एवं जाँच-पड़ताल से काम लिया, जो परम्परागत रीतियों की तुलना में काफी विकसित एवं प्रगतिशील मिष्ट हुई।

सरेस उद्योग में विद्वेषणरीतियों के प्रवेश के साथ साथ उस पर विज्ञान का दूसरा महत्वपूर्ण प्रभाव काल्दीय रसायन (कोलॉयड केमिस्ट्री) के विकास का पड़ा।



१८५० में ग्राहम ने "कोलॉयड" शब्द को जन्म दिया था, जिसका ध्येय जिलेटिन, स्टार्च तथा गोद जैसी अकेलरणीय (नॉन-क्रिस्टलाइन) पदार्थों की प्रकृति का बोध कराना था। १९१७ में कलिलीय रसायन की स्थिति एवं उसकी औद्योगिक उपयोगिता के बारे में जाँच करने के लिए "ब्रिटिश असोसियेशन फॉर दि एडवान्समेंट ऑफ साइन्स" ने एक उपसमिति नियुक्त की, जिसने १९१७-१९२३ की कालावधि में अपना प्रतिवेदन विस्तृत खण्डों में प्रकाशित किया। इस विषय की तत्कालीन प्रगति का "फैरेडे सोसायटी" के "डिस्कशनस्" तथा "अमेरिकन कोलॉयड सिम्पोजिया" के "मोनोग्राफ्स" में बड़ा सुन्दर विवरण है।

इन विकासों की पृष्ठभूमि तथा आधुनिक पदों में लकड़ी जोड़ाई की आवश्यकताओं का वर्णन एक रोचक विषय है। गरम सरेसद्रव को अब भागदा जलामित प्रोटीन का कलिलीय विलयन कहना अधिक उपयुक्त होगा। ऐसे विलयन में विद्यमान एकक विभिन्न आणविक (मॉलिक्यूलर) परिमाणों के होते हैं, जिनका प्रवेश भी विभिन्न रन्ध्रिता (पोरॉसिटी) वाले तलों में होता है। इस द्रव का तल-तनाव कम तथा घनता का उच्च तापगुणांक (हार्ड टेम्परेचर कोइफिशिएंट ऑफ विस्कॉसिटी) अधिक होता है। यह भी ठंडा होने पर जमकर जेली बन जाता है, जिसके सूखने पर ऐसा दृढ़ और ठोस स्तर बनता है जो फिर में पानी नहीं मोखता अर्थात् आर्द्र नहीं होता। इस स्तर की तनावसामर्थ्य दो बातों पर निर्भर होती है—(१) मूल प्रोटीन की शुद्धता एवं उसके जलाशन (हाइड्रॉलिसिस) की सीमा, और (२) जोड़ की अन्तिम आर्द्रतास्थिति। जोड़ों को सूक्ष्मदर्शी की सहायता से देखने पर यह स्पष्ट हो जाता है कि लकड़ी के दो तलों के बीच सरेस का एक ठोम एवं अखण्ड स्तर होता है जो दोनों तलों के रन्ध्रों के अन्दर प्रविष्ट हो जाता है, इसी से वे दोनों तल परस्पर आवद्ध होते हैं और सूखी यह है कि जब ऐसे जोड़ों पर दलप्रयोग किया जाता है तब जोड़ के बीच का स्तर नहीं टूटता बल्कि उनकी मनीपस्थ टकड़ी टूट जाती है।

प्रस्तुत लेख में सरेस की काफी चर्चा की गयी क्योंकि आसंजक वर्ग का यह बड़ा महत्वपूर्ण पदार्थ है। आसंजक बहुधा ऐसे पदार्थों से बनाये जाते हैं जिनके अणु काफी बड़े होते हैं, जैसे प्रोटीन, स्टार्च, रेजीन, रबर इत्यादि। द्रव में इनका ऐसा विक्षेपण (डिस्पर्सन) होता है कि इनके अणु खण्डित होकर विभिन्न परिमाणों के हो जाते हैं। द्रव भी ऐसा होना चाहिए जो तलविशेष को आर्द्र कर सके, इसी लिए लकड़ी के लिए जलीय विलयन, सेलुलायड के लिए एसिटोन विलयन तथा रबर के लिए बेन्जीन विलयन प्रयुक्त होते हैं। सूखने पर आसंजक का यथावश्यक एक दृढ़ अथवा

लक्ष्मीला ठोस स्तर बनना चाहिए और इस स्तर में जुड़नेवाले तलों के प्रति एक स्वाभाविक बन्धुता भी होनी चाहिए। तल के रन्ध्रो में आसजक अणुओं की प्रविष्टि से उसमें और भी अधिक मजबूती आ जाती है। अशत अपचयित (डिग्रेडेड) प्रोटीन और स्टार्च अथवा अजत रचित सश्लिष्ट रेजीन उत्तम आसजक का काम करती है। इनकी कुछ ऐसी भौतिकरासायनिक सक्रियता होती है जिसके कारण उनमें विशिष्ट आसजन गुण आ जाता है, विशेष कर उनके अणुओं के अनेकत्व (प्लूरैलिटी) के कारण तलरन्ध्रो में उनका प्रवेश सहज हो जाता है जिससे जोड़ में विशेष सामर्थ्य आ जाती है। न मूलनेवाले आसजक द्रव ही रह जाते हैं और उनके जोड़ने की क्रिया उनकी चिपचिपाहट (टेकीनेस) के गुण पर ही निर्भर होती है, इसी से ऐसे जोड़ लचीले किन्तु कमजोर होते हैं।

यद्यपि इस लेस की सीमा के अन्दर संपूर्ण विषय का प्रतिपादन सम्भव नहीं, फिर भी कच्चे मालों के आधार पर वर्गीकृत कुछ उदाहरण तथा उनके वैज्ञानिक विकास का संक्षिप्त वर्णन किया जा सकता है।

**पशु-सरेस**—लकड़ी के कामों में तथा अपघर्ष<sup>१</sup> पत्र एवं मोदलगे पत्र बनाने तथा जिल्दसाजी के काम के लिए पशु-सरेस का प्रयोग होता है। जैसा कि ऊपर बताया जा चुका है, आजकल के सरेस-निर्माता अपने निष्पन्न पदार्थ की नम्यता, चिपकाऊपन, ध्यानता जैसे गुणों पर विशेष नियंत्रण रखने में सफल हुए हैं तथा वे प्रयोजनविशेष के लिए विशिष्ट श्रेणियों के सरेस बना भी सकते हैं। पशु-सरेस का प्रयोग प्रायः तप्त दशा में किया जाता है, लेकिन मूल जाने पर उसके स्तर में पुनः आर्द्र होने अर्थात् भीग जाने का गुण बना रहता है, इसलिए इस सरेस से जुड़ी वस्तुएँ सुली नहीं रखी जा सकती, यद्यपि घर के अन्दर रखने पर ये असीम काल तक टिकती हैं।

**मरस्य-सरेस**—यह सरेस एक ध्यान द्रव के रूप में विकता तथा लकड़ी के काम, जिल्दसाजी और सामान्य मरम्मत के काम में प्रयुक्त होता है।

**केजीन-सरेस**—गत महायुद्ध में हवाई जहाज बनाने के काम के लिए इस प्रकार के सरेस का विशेष विकास किया गया था, और आज भी उस प्रयोजन के लिए इसका बड़ा महत्त्व है। यह सरेस चूर्ण अवस्था में मिलता है, और इसमें केजीन, चूना तथा सोंडा मिला होता है। इसमें ठंडा पानी मिलाकर इसका इस्तेमाल किया जाता है। इस प्रकार जल मिलाने से भागशः जलाशित केजीन का एक ध्यान विलयन तैयार हो

जाता है, जिसे ६ से ८ घण्टे के अन्दर इस्तेमाल कर लेना पड़ता है। सूखने पर जोड़ के बीच में अविलेय कैल्सियम केजिनेट का एक दृढ़ स्तर बन जाता है। कैल्सियम केजिनेट के जल-अविलेय होने के कारण एक बार सूख जाने पर इसके स्तरों पर पानी का फिर कोई प्रभाव नहीं होता, इसी लिए केजीन-सरेस के जोड़ बहुत कुछ आर्द्रता-अवरोधी होते हैं। इस सरेस का विशेष गुण यह है कि इसे साधारण ताप पर बनाया और इस्तेमाल किया जा सकता है। इसके निर्माण-उद्योग में भी वैज्ञानिक अनुसन्धान का बड़ा महत्त्व रहा है।

**संश्लिष्ट सरेस**—संश्लिष्ट सरेस सर्वथा रासायनिक अनुसन्धानों के फलस्वरूप प्राप्त हुए तथा प्लास्टिक उद्योग के प्रभाव में ही विकसित हुए हैं। ये संश्लिष्ट ऊष्म-स्थाप<sup>१</sup> रेजीनों के विलयन होते हैं और इनकी विशेषता यह है कि जहाँ पशुमरेस ठंडा होने पर जमते हैं वहाँ ये गरम करने पर जमते हैं। मुख्यतः इनका उपयोग स्तरकाष्ठ (प्लाइवुड) बनाने में होता है। लकड़ी के स्तरों पर द्रव आमजक पोत दिया जाता है, अथवा उसको पतले कागज पर पोतकर मुखा लिया जाता है और इसी कागज को दो स्तरों के बीच रख दिया जाता है। इस प्रकार सरेसलगे स्तरों को १०°-१४०° से० ताप पर रखे यांत्रिक प्रेसों में दबा देने में वे आपस में जुड़ जाते हैं। यह सारी क्रिया बहुत शीघ्र हो जाती है जिससे उत्पादन भी बड़े पैमाने पर हो सकता है। इस प्रकार तैयार किये गये स्तरकाष्ठ में जल की अतिरिक्त मात्रा की आवश्यकता नहीं होती। इन आसजको का विकास जलामेघ<sup>२</sup> स्तरकाष्ठ बनाने के लिए हुआ था और वे सफल भी हुए। पुरुभाजित फिनॉल-फार्मालिडहाइड से सर्वथा जलावरोधी स्तर बनना है अतः वायुयानों के प्रतिबलित (स्ट्रेस) भागों के लिए पत्रदलीय<sup>३</sup> लकड़ी बनाने में इसका विशेष प्रयोग होता है। यूरिया-फार्मालिडहाइड इतना अवरोधी नहीं होता किन्तु इसमें कुछ अन्य गुण होते हैं, जिनके कारण यह दाल्कन काष्ठ<sup>४</sup> के लिए उपयुक्त होता है। इन दोनों प्रकार के संश्लिष्ट सरेसों के लिए वायुयान-विशिष्टियाँ निर्धारित होती हैं। साधारण लकड़ी जोड़ने के काम में भी इनका प्रयोग होता है जो प्रायः साधारण ताप पर ही किया जाता है, परन्तु इसके लिए इसमें कोई कठोरकारी<sup>५</sup> पदार्थ मिलाना पड़ता है। आधुनिक अनुसन्धान-रीतियों से इसका उद्योग भी बड़ी द्रुत गति से आगे बढ़ रहा है।

<sup>१</sup> Thermosetting    <sup>२</sup> Waterproof    <sup>३</sup> Laminated    <sup>४</sup> Veneering

<sup>५</sup> Hardening

**स्टार्च आसंजक**—३५०० ईसा पूर्व में भी महत्वपूर्ण कामजों को चिपकाने के लिए स्टार्च आसंजकों का प्रयोग होता था। स्टार्च अथवा मंदे को जल के साथ उबालकर एक लेपी (पेस्ट) तैयार करना स्टार्च आसंजक बनाने की सर्वसाधारण रीति है। इसमें क्षार मिला देने से कुछ अवस्थाओं में इससे लकड़ी भी भली प्रकार जोड़ी जा सकती है, इसलिए स्तरकाष्ठ यानी प्लाईवुड बनाने के लिए भी ऐसे आसंजक प्रयुक्त होते रहे हैं। अम्ल, क्षार अथवा रुवण मिलाकर इस प्रक्रिया में भी सशोधन करके उसे कामज तथा गत्तों के लिए विशेष उपयोगी बनाया गया। उन्नीसवीं शताब्दी में डेक्स्ट्रीन अथवा “ब्रिटिश गम” का महत्वपूर्ण विकास हुआ। इसके बनाने के लिए स्टार्च में कोई उत्प्रेरक (कैटलिस्ट) मिलाकर उसको शुष्क अवस्था में गरम किया जाता है। इस पदार्थ को जल में विलीन करने से एक क्षान (विस्कस) एव चिपकादार विलयन तैयार हो जाता है, जो सूख जाने पर प्रयोग के लिए फिर गीला किया जा सकता है। इस गुण के भाते यह टिकटों एव लिफाफों के लिए विशेष रूप से इस्तेमाल किया जाता है। इससे स्पष्ट है कि आमजन के लिए स्टार्च-अणुओं का आसिक्त छण्डन आवश्यक है, किन्तु यदि उसका अपचयन (डिप्रिडेशन) अधिक सीमा तक हो जाय और माल्टोज बन जाय तो उसका आसंजन गुण नाश हो जाता है। पिछले कुछ दशकों में स्टार्च-रसायन का बड़ा विकास हुआ है जिसके फलस्वरूप विभिन्न प्रयोजनों के लिए विविध प्रकार के स्टार्च तैयार किये जा सके हैं। इन आसंजकों के विश्लेषण की रीतियाँ ‘ब्रिटिश स्टैंडर्ड पब्लिकेशन’ में दी गयी हैं। इस उद्योग पर भी विज्ञान का प्रमुख प्रभाव रहा है, जिसके परिणामस्वरूप इसमें यथावश्यक सांशोधन, परिवर्तन होते रहे हैं।

**सोडियम सिलिकेट**—सोडियम सिलिकेट विलयन का विकास अभी हाल की बात है और यह अकार्बनिक आसंजक का एक रोचक उदाहरण है। यह विलयन क्षारीय होता है और इसकी क्षानता भी अधिक होती है तथा इसमें विशिष्ट फलिलीय गुण भी होते हैं। इसके स्तर सूखने पर जलावरोधी नहीं होते। कामज के डब्बे तथा धलधित (कॉन्ग्रेटेड) पत्र बनाने के उद्योग में इसका मुख्य प्रयोग होता है।

**निर्जलीय आसंजक**—निर्जलीय (नॉन-एवुअस) आसंजकों का विकास भी आधुनिक काल की ही बात है और अब इनका महत्व भी अधिकाधिक बढ़ता जाता है। इनका उपयोग मुख्यतः इस बात पर आधारित है कि आसंजक द्वारा जोड़े जानेवाले तलों का आर्द्र होना आवश्यक है। उदाहरणार्थ खर-सीमेंट तैयार हो जाता है। उसी प्रकार एसिटोन में मेल्लोब नाइट्रेट के विलयन से सेन्नुलायड जोड़ा जा सकता है। लाख

को भी ऐलकोहॉल में घुला कर अथवा यो ही गलत्रकर जोड़ने के काम में लाया जा सकता है। लकड़ी वाले सश्लिष्ट सरेस तनु ऐलकोहॉल में विलेय होते हैं, किन्तु उनमें कुछ ऐसे भी होते हैं जो अन्य कार्बनिक विलायकों में घुलनशील होते हैं, लेकिन इनका प्रयोग उष्मस्थाप (थर्मोमिटिंग) सिद्धान्त पर नहीं, केवल विलायक के साधारण उद्वापन पर ही आधारित होता है। विनाइल एव स्टायरीन रेजीन तथा सेलुलोज ईयर और एस्टर ऐसी सश्लिष्ट रेजीनों के उत्तम उदाहरण हैं। वस्तुतः आजकल किसी भी प्रकार के तल के लिए उपयुक्त आसंजक प्राप्य हैं।

**अभिनव विकास**—युद्ध काल में आसंजकों के विकास में भी रॉचक एव महत्त्वपूर्ण उन्नति हुई। पशु-मरेस की वेञ्जीन में अविलेयता का विशेष लाभ उठा कर उससे युद्ध-वायुयानों की इंधन टंकियाँ बनाने का काम लिया गया। और वायुयान बनाने में प्रतिबलित<sup>१</sup> जोड़ों के लिए सश्लिष्ट सरेसों का प्रयोग हुआ। उष्मस्थाप सश्लिष्ट सरेसों का उपयोग जलाबरोधी स्तरकाष्ठ, सपीडित काष्ठ तथा व्यापित (इम्प्रेग्नेटेड) काष्ठ बनाने में किया जाता है। इन काष्ठों का विशेष प्रयोग वायुयान एव जलयान बनाने में होता है। इन सरेसों के उष्मस्थापन के लिए भापचोली<sup>२</sup> प्रेसों के स्थान पर अब रेडियो आवृत्ति (फ्रिक्वेन्सी) शक्ति का प्रयोग होने लगा है। इसका विशेष लाभ यह है कि जोड़ों में एकरूप ताप उत्पन्न किया जा सकता है। आजकल अनुमिनियम के स्नारो को स्थानिक सधान (स्पॉट वेल्डिंग) से न जोड़कर कार्बनिक आसंजकों की सहायता से ही जोड़ा जाने लगा है।

आधुनिक प्लास्टिकों के क्षेत्र में भी असाधारण विकास हुआ है और सश्लिष्ट आमजकों की उन्नति में उससे विशेष लाभ हुआ। इसका पेटेण्ट बाइयय बड़ा विस्तृत है और दिनोदिन तेजी से बढ़ता जा रहा है।

आसंजकों का बड़ा प्राचीन इतिहास है, किन्तु इनका उद्योग समय की मांग के साथ-साथ बराबर चलता, बदलता रहा तथा नयी मांगों की पूर्ति और नये ज्ञान का उपयोग करता रहा है। प्रबल वासा है कि भविष्य में भी यह इन्हीं प्रकार उन्नति करता रहेगा।

<sup>१</sup> Stressed      <sup>२</sup> Steam-jacketed

## ग्रंथ-सूची

- BOGUE, R. H. : *Chemistry and Technology of Gelatine and Glue*. McGraw Hill Book Co., Inc.
- DULAG, R. : *Industrial Cold Adhesives*. Charles Griffin & Co., Ltd.
- ELLIS, C. : *Chemistry of Synthetic Resins*. Reinhold Publishing Co.
- HILL, F. T. : *Materials of Aircraft Construction*. Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd
- MORRELL, R. S. : *Synthetic Resins and Allied Plastics*. Oxford University Press
- RADLEY, J. A. : *Starch and its Derivatives*. Chapman & Hall Ltd.
- SUTERMEISTER, E. AND BROWNE, F. L. : *Casein and its Industrial Applications*. Reinhold Publishing Co
- SMITH, P. I. : *Glue and Gelatine*. Sir Isaac Pitman & Sons Ltd.
- PERRY T. D. : *I. and S. C. News* 1944, p. 700
- DE BRUYNE : *Aircraft Eng.*, Vol XVI. 1944 Pp 115. 140.
- ARTICLE ON CYCLEWELD . *Modern Plastics (U S A.)* Sept 1943.
- BOOKLET ON PLASTICS . *Postwar Building Studies*, No. 3, 1944. H. M. Stationery Office.

## अध्याय १३

### फोटोग्राफी

डी० ए० स्पेन्गर, पी-एच०डी० (लन्दन), ए०आर०सी०एम०,  
एफ०आर०आई०सी०

रजत लवणों के प्रकाश-मुग्राही होने की बात प्रायः १७वीं शताब्दी के मध्य में ज्ञात हुई थी, किन्तु इस तथ्य का व्यावहारिक प्रयोग करके फोटोग्राफी का प्रारम्भ गत सौ वर्ष के पहले नहीं हुआ। फ्रान्स की सरकार ने १८३९ में डैग्युरे के आविष्कार का एक विस्तृत विवरण प्रकाशित कराया था। डैग्युरे ने अपने इस आविष्कार में यह प्रदर्शित किया था कि यदि रजत आयोडाइड के एक बहुत पतले स्तर को अल्प समय तक प्रकाश में विगोपित<sup>१</sup> किया जाय तो उसमें प्रत्यक्षत कोई परिवर्तन नहीं होता, किन्तु उस पर एक 'गुप्त प्रतिबिम्ब' (लेटेण्ट इमेज) अंकित हो जाता है, इसे पारद वाष्प में विकसित किया जा सकता है। प्रकाश द्वारा रजत आयोडाइड के विच्छेदन से उसके तल पर जो लेशमात्र अवृष्टव्य रजत विमुक्त हो जाता है, उसी के माथ पारद का सरमीकरण<sup>२</sup> होने से द्रष्टव्य प्रतिबिम्ब उत्पन्न हो जाता है। पट्ट को सोडियम थायोमल्फेट विलयन में डुबो करके अपरिवर्तित रजत आयोडाइड को साफ कर देने से वह प्रतिबिम्ब स्थायी बनाया जा सकता है। इसी सोडियम थायोमल्फेट को फोटोग्राफर लोग 'हाइपो' कहते हैं।

डैग्युरे के फोटो चित्र घातु-पट्टों पर बनते थे तथा उन्हें परावर्तित प्रकाश (रिफ्लेक्टेटेड लाइट) में ही देखा जा सकता था। दूसरी बात यह थी कि उनकी अतिरिक्त प्रतिमा नहीं बनायी जा सकती थी। किन्तु १८४० में इंग्लैंड में फॉक्स टेलवार्ट ने फोटोग्राफी की आधुनिक विधा का समारम्भ किया। उन्होंने यह दिखलाया कि प्रकाश विगोपित रजत हैलाइड को हलके अपचायक (रिड्युसेण्ट) में उपचारित

करके गुप्त प्रतिबिम्ब को द्रष्टव्य चित्र के रूप में विकसित किया जा सकता है। इस उपचार से मुग्राही पदार्थ पर जहाँ-जहाँ प्रकाश पड़ता है वहाँ वहाँ काला रजत जमा हो जाता है, फलतः अक्षित चित्र में मूल वस्तु का प्रकाश काला एवं उसकी छाया सफेद हो जाती है। प्रकाश मुग्राही पदार्थ लगे कागज पर मोम लगा करके उसे पार-भामक (ट्रान्सलसेन्ट) बनाया और इस प्रतिचित्र<sup>१</sup> के द्वारा दूसरे मुग्राही स्तार (शीट) को अवगुण्ठित (मास्क) करके उसे विगोपित किया गया। इस दूसरे स्तार को विकसित करने से ऐसा अनुचित्र<sup>२</sup> बना जिसमें वस्तु का मूल प्रकाश और छाया प्राकृतिक रूप से अक्षित थी।

कालान्तर में ऐसे कैमरे बनाये गये जिनमें रखकर कोलोडियन लगा काच पट्ट विगोपित करने से रजत हैलाइड का स्वस्याने<sup>३</sup> अवक्षेपण (प्रेसिपिटेशन) हो जाता था। किन्तु इस विधा में यह कठिनाई थी कि कोलोडियन पावस (इमल्शन) को विगोपन के तुरन्त पूर्व बनाना पड़ता तथा उसका विकामन भी स्तार के आर्द्र रहते-रहते कर लेना होता था। परन्तु जिनेटिन का आविष्कार हो जाने से एक ऐसा उत्तम माध्यम मिल गया जो रजत हैलाइड को यथास्थान धारण किये रह सकता था, परिणामस्वरूप शुष्क पट्ट (ड्राई प्लेट) बनने लगे। अब फोटोग्राफरो को अपनी सामग्री अपने आप तैयार करने की आवश्यकता भी न रह गयी। १८७७ से फोटोग्राफी के सामान तैयार करने का एक उद्योग भी प्रारम्भ हो गया। १८८४ में मेलुलायड के आविष्कार से कैमरो के लिए हलकी रोल फिल्म बनने लगी, इसके फलस्वरूप फोटोग्राफी का लोगो को व्यापक शौक हो गया तथा सिनेमैटोग्राफी का प्रारम्भ हुआ। यह लोगो के ससारव्यापी मनोरजन का साधन बना। फोटोग्राफी के शौर और मिनेमा के मनोरजन की व्यापकता के कारण लोग फोटोग्राफी को एकमात्र इन्ही के निमित्त मानने लगे और इस बात को प्रायः एक दम भूल गये कि विज्ञान की प्रगति में भी उसका बड़ा आधारभूत योगदान हुआ।

फोटोग्राफी के ससार-व्यापी एवं महत्वपूर्ण उद्योग ने मानव सुख एवं कल्याण में बड़ा उत्तम योगदान किया है और इसकी कहानी व्यावहारिक रसायन का एक बड़ा मनोहारी अध्याय बन गया है। पूर्वगामी अव्यवस्थित दशा से लेकर आधुनिक फोटोग्राफी के विकास तक की कहानी बड़ी लम्बी है, जिसके वर्णन के लिए वर्तमान लेख में पर्याप्त स्थान नहीं है, इसलिए हम पाठको को सीधे वर्तमान स्थिति



का अवलोकन करणेंगे तथा विस्तृत विवरण जानने के लिए उन्हें ग्रन्थ-सूची का संकेत करेंगे।

उन पदार्थों को, जिन पर डायमरे और फॉक्स टैन्टाइट ने फोटो चित्र बनाये थे, कई मिनट तक विगोपित करना पड़ता था, जिनके कारण प्रकृति का केवल एक रंग-अन्ध प्रतिरूप (कलर ब्लाइण्ड रिप्रजेंटेशन) प्राप्त हो पाता था क्योंकि रजत हैलाइड स्वयं प्रथमतः केवल परा-नीललोहित तथा नीले प्रकाश के ही सुग्राही थे। किन्तु आधुनिक फोटोग्राफी में पायस की सहायता से एक सेकेंड के दस लाखवें भाग को भी अंकित किया जा सकता है तथा उसे २००० से लेकर १२००० ऐंस्ट्रॉम तक के विकिरण वर्णक्रम (स्पेक्ट्रम ऑफ रेडियेशन) के लिए सुग्राही बनाया जा सकता है। यह स्मरण रखना चाहिए कि दृश्य वर्णक्रम का विस्तार ४००० मे ७००० ऐंस्ट्रॉम ( $\text{\AA}^\circ$ ) तक होता है। इसके परिणामस्वरूप अनुसन्धान, नियंत्रण एवं सलेखन कार्य में फोटोग्राफी एक अति उत्तम साधन बन गया, क्योंकि स्थायी एवं अमिट स्मृति के प्रतिरूपण के अलावा इसमें ऐसे तथ्यों का रहस्योद्घाटन भी हुआ जिनके सबन्ध में अन्यथा किसी प्रकार से नहीं जाना जा सकता था।

फोटोग्राफी पायस एक काफी जटिल सहित (कॉम्प्लेक्स मिन्टम) होता है, जिनके सफल निर्माण में विज्ञान एवं कला दोनों निहित होते हैं। प्रथमतः यह ०.१-५  $\mu$  (माइक्रान) परिमाण के रजत हैलाइड केलासो (क्रिस्टल) का आलम्बन (सस्पेंशन) है। विभिन्न परिमाणवाले कणों का अनुपात एवं उनके परिमाणों की सीमा तथा किमी हैलाइड विशेष अथवा कई हैलाइडों के मिश्रणों की उपस्थिति, ये सब बाने प्रयोजन विशेष के अनुसार नियोजित की जाती है, क्योंकि उत्क्रियणकर्ता (एग्जेंडर), ग्योतिषी (ऐम्प्लीफायर), रेडियो शास्त्री (रेडायोलॉजिस्ट), धातुकर्मज्ञ (मेटलर्जिस्ट), वाटर वॉर्ड इंजीनियर, मुद्रक तथा सिनिमैटोग्राफर—सभी की आवश्यकताएँ भिन्न-भिन्न होती हैं। निर्माताओं द्वारा १०० से भी ऊपर किस्म के पायस प्रस्तुत किये जाते हैं। प्रेमानुशीली अर्थात् अध्यवसायी फोटोग्राफरों के प्रयोग के लिए इनमें से ४-५ से अधिक का महत्त्व नहीं होता। किसी पदार्थ की कार्यकारी गति (वॉकिंग स्पीड) कुछ हद तक कणों के परिमाण से सबन्धित होती है, सामान्यतः बड़ा कण सर्वाधिक सुग्राही होता है। इसलिए कैमरों में प्रयुक्त होनेवाले पायसों को निर्माण की किमी अवस्था पर उपयुक्त समय के लिए बरम रखा जाता है जिससे छोटे-छोटे कण मिलकर बड़े कणों का सर्जन करते हैं। अमोनिया के उपचार से भी ऐसा फल प्राप्त होता है। इस परिष्कवन (राइफनिंग) रीति से पदार्थ की कार्यकारी गति आश्चर्यजनक सीमा तक बढ़ जाती है। फोटोग्राफी पायसों को रंग-सुग्राही

वनाने के लिए कणों को पॉलीमेथीन रजको से रजित कर दिया जाता है, इससे रजत हैलाइड के कण वर्णक्रम के उस क्षेत्र के लिए सुग्राही बन जाते हैं जिन्हें रजक विशेष रूप से अवशोषित कर सकता है। पॉलीमेथीन रजक पैंठिक रजक होते हैं, जिनमें दो नाभिक CH वर्ग से जुड़े होते हैं। आजकल ऐसे रजकों की प्रचुर सख्या उपलब्ध है, जिससे फोटोग्राफ किये जानेवाले वर्णक्रम की सीमा अव-रक्त<sup>1</sup> क्षेत्र तक बढ़ गयी है। मफन पायस बनाने में निर्माताओं द्वारा अब भी बड़ी गोपनीयता बर्ती जा रही है, इसका कारण यह है इसमें निहित रासायनिक प्रतिक्रियाएँ बड़ी जटिल हैं और बहुत-सी कार्य-नीतियाँ केवल अनुभव पर ही आधारित हैं। लेकिन बड़ी-बड़ी निर्माणशालाओं के अनुसन्धान विभागों में भौतिक, कलिल एवं कार्बनिक रसायनज्ञ आधारभूत सिद्धान्तों के रहस्योद्घाटन में सलग्न हैं तथा बहुतों के स्पष्टीकरण में वे सफल भी हुए हैं, जिससे फोटोग्राफी सम्बन्धी सामग्री के उत्पादन में विशेष उन्नति हुई है।

हमारे मन में यह प्रश्न भी उठने लगा है कि जिस समय रजत ब्रोमाइड के केलामों पर प्रकाश पड़ता है उस समय वस्तुतः क्या होता है? यह बात तो धीसे बहुत समय से ज्ञात है कि केलस-विशेष के तल के ऊपर ऐसे अल्पन्त छोटे-छोटे क्षेत्र फैले हुए हैं जिनका परिमाण कण-तल के दस लाखवें भाग के बराबर होता है और जो विकासन के लिए नाभिक (न्यूक्लियस) का काम करते हैं। आधुनिक पायसों (इमल्शन) के प्रकाश के प्रति असीम सुग्राह्यता इन्हीं नन्हें-नन्हें बिन्दुओं के कारण होती है। इन बिन्दुओं पर रजत सल्फाइड होता है, जो केलाम के विघोषन से उसके समस्त पुञ्ज (मास) भर में उन्मुक्त एलेक्ट्रानों को पाशित (ट्रैप) कर लेता है। इस प्रकार इन बिन्दुओं पर ऋणात्मक आवेश (निगेटिव चार्ज) चढ़ जाता है, जिसके फलस्वरूप ये केलाम-काय के अन्दर में रजत आयनों को आकृष्ट करने लगते हैं और सुग्राह्यता बिन्दुओं पर उदासीन रजत परमाणु बन जाते हैं तथा विकासन के लिए नाभिक का काम करने लगते हैं। फोटोग्राफी का मूल-भूत आधार इस तथ्य पर निर्भर करता है कि गुप्त प्रतिबिम्ब बनने में लगी अति सूक्ष्म ऊर्जा (एनर्जी) का उपयोग हो सके, क्योंकि इसी ऊर्जा से गुप्त प्रतिबिम्ब (लेटेन्ट इमेज) रजत हैलाइड केलस पर विकासक अर्थात् 'डेवेलपर' द्वारा होनेवाले कार्य का उपग्रमण करता है।

<sup>1</sup> Infra red

विकासक यानी डेवेलपर अपचायक पदार्थ (रिड्यूसिंग सबस्टेन्सेज) होते हैं। इन पदार्थों का रजत हैलाइड द्वारा ऑक्सीकरण होता है तथा रजत हैलाइड स्वयं अपचयित होकर रजत का रूप धारण कर लेता है। यह आवश्यक है कि केवल वे ही कण अपचयित हों, जिनके तल पर उपर्युक्त ढग से रजत नाभिक बन गये हैं। यदि अपचायक अधिक प्रचल हुआ तो वह विगोपित तथा अविविगोपित रजत हैलाइड दोनों का समान रूप से अपचयन कर देगा। दूसरी ओर अति क्षीण अपचायक का विगोपित कणों पर भी कोई प्रभाव न होगा। रसायनज्ञों की कृपा से आजकल आवश्यकता-नुसार अपचयन विभव (रिडक्शन पोटेंशियल) वाले विभिन्न अपचायक पदार्थ प्राप्य हो गये हैं। इनमें से कुछ के ऑक्सीकृत पदार्थ रंगीन एवं अविलेय होते हैं, जिसके कारण रजत प्रतिविब के माय-साय रंगीन रजक प्रतिविब भी बन जाता है, और अगर रजत के काले प्रतिविब को विलीन कर दिया जाय तो रंगीन प्रतिविब बच रहेगा। प्राकृतिक रंगवाली फोटोग्राफी की विधा में आवश्यक प्राथमिक रंगीन प्रतिविब तैयार करने के लिए यह बड़ी सरल रीति है। रंगीन फोटोग्राफी में प्राकृतिक रंगों के वर्णक्रम निबन्ध (स्पेक्ट्रम कॉम्पोजीशन) की नकल करने का प्रयास नहीं होता, बरन् तीन प्राथमिक रंगों के उपयुक्त मिश्रण से उसकी बराबरी करायी जाती है। सबसे पुरानी विधा में किमी प्राकृतिक दृश्य के तीन प्रतिचित्र (निगेटिव) तैयार कर लिये जाते थे, इनके लिए कैमरे के लेन्स के सामने लाल, हरा तथा नील-नीललोहित स्क्रीन या फिल्टर लगा दिया जाता था। इस प्रकार वस्तु विशेष से परावर्तित होने वाले लाल, हरे और नीले विकिरणों (रैडियेशन्स) को तीनों प्रतिचित्रों की तत्नवादी अपारदर्शिता (ओपैमिटी) के रूप में अंकित कर लिया जाता। इन प्रतिचित्रों की अपारदर्शिता को अनुचित्रों (पॉजिटिव) की पारदर्शिता (ट्रान्सपैरेन्सी) में बदल कर लाल, हरे और नीले फिल्टरों द्वारा पर्दे पर प्रक्षेपित (प्रोजेक्ट) करने से मिश्रण का जो रंग उत्पन्न होता है वह कार्यकारी परिस्थितियों में मूल प्राकृतिक रंग के इतना निकट अथवा समान होता है कि उसका सूक्ष्म भेद दर्शक की अनुभूति के परे होती है। इस विधा की आधुनिक रीति में तीनों संलक्ष पायस आधार में ही विद्यमान छोटे-छोटे अदृष्टव्य फिल्टरों की सहायता से एक ही पायस पर अंकित कर लिये जाते हैं।

एक दूसरी रीति में तथाकथित कलाकार के प्राथमिक रंग अर्थात् मैजेंटा, पीत तथा हरिनील (सियान) का प्रयोग किया जाता है। इस रीति का प्रयोग उस समय किया जाना है जब पारदर्श अनुचित्र (पॉजिटिव ट्रान्सपैरेन्सी) के स्थान पर चित्र को कागज पर छापना होता है, और आजकल इसका प्रचलन धीरे-धीरे बढ़ रहा है।

उपयुक्त रंग (मैजेन्टा, पीत एवं हरिनील) पहले वताये गये सकालीत्रय<sup>१</sup> के अनुपूरक रंग हैं। और इन व्यवकाली<sup>२</sup> विधाओं में पूर्व-प्रचलित सकाली प्रथा के अनुसार अलग अलग स्रोतों से लाल, हरे और नीले रंगों को मिलाकर वांछित रंग नहीं उत्पन्न किया जाता, बल्कि श्वेत प्रकाश के एक ही स्रोत में से अवशिष्ट विकिरण (रेडियेशन) के व्यवकलन से ऐच्छिक रंग प्राप्त किया जाता है।

बागज पर रंगीन छपाई के लिए सकाली विधा की ही तरह लाल, हरे और नीले फिल्टर लगा कर पृथक प्रतिचित्र तैयार किये जाते हैं, परन्तु मुद्रित अनुचित्र (पॉजिटिव प्रिन्ट) रंगीन रोशनाई (फोटोफेमिकल प्रोसेसिंग), रंगीन रगद्वय (क्वाँ, वाइवेकम), अथवा रंगीन रजको (ईस्टमैन बास-ऑफ रिलीफ, टेक्नीकलर) से बनाये जाते हैं। कोशाक्रम विधा में तीनों प्रतिचित्रों को एक ही जिलेटिन फिल्म पर बनाया जाता है। ऐसी फिल्म के बनाने में उपयुक्ततः रंग-मुद्राहीकृत पायसों के स्तर एक दूसरे के ऊपर जमाये जाते हैं और फिर ये स्तर रंग विकासन प्रविधियों की सहायता से उपयुक्त रंगों में परिवर्तित कर दिये जाते हैं।

आधुनिक रंगीन फोटोग्राफी रसायन-शास्त्र की देन है और रसायनज्ञों की ही कृपा से किमी वस्तु के विविध रंगों की सूक्ष्म आभा का ठीक-ठीक चित्रण करना सम्भव हुआ है। इस विकास में निर्माताओं की विक्रय-शक्ति में निस्संदेह वृद्धि हुई है। फिर भी अभी इस उद्योग में फोटोग्राफी की अन्य शाखाओं का भी बड़ा महत्त्व है और सम्प्रति हम उन शाखाओं पर भी दृष्टिपात करेंगे।

व्यावहारिक फोटोग्राफी का बड़ाचिन् सबसे मूल्यवान् गुण यह है कि वह हमारी अनुभूतियों को मूर्त रूप प्रदान करती है। इसीलिए इसे विज्ञानों और कलाओं का "सलेखक देवदूत" (रेकाडिङ्ग ऐम्ब्ल) कहा जाता है, क्योंकि शायद ही कोई ऐसी घटना अथवा क्रिया हो जिसे फोटोग्राफिक सलेखों में रूपान्तरित अथवा मूर्त न कर लिया जा सके। आधुनिक कैमरा सधमुच एक ऐसा सडिलिप्ट नेत्र है, जो मानव-नेत्रों की सीमा से बहुत परे है, और वह जो कुछ भी एक बार देख लेता है उसे ऐसा स्थायी बना देता है कि उसकी स्मृति अमिट हो जाती है। एडिंगटन ने कहा था कि हम प्रकृति के घारे में जो कुछ जान सके हैं या जान सकते हैं वह साकेतिक ज्ञान मात्र है। फोटोग्राफी से ऐसी कठिनाई एवं परिथम समाप्त हो गये और अब तो मस्तिष्क को केवल सलेखों के समझने या निर्वचन का ही काम शेष रह गया है, उनके अवलोकन का नहीं।

ग्राहको द्वारा हजारों बार किये गये टेलीफोनो का हिमाव यद्यपि अनाश्रित ढग में भी रखा जा सकता है, किन्तु उसके साथ परिश्रम एवं मज्दती होने की सम्भावना लगी रहती है। लेकिन कैमरे की सहायता से न केवल समय और परिश्रम बचाया जा सकता है बल्कि हिमाव भी एकदम मही-मही रखा जा सकता है। इसी प्रकार के अन्य उदाहरण भी हैं। श्रृंखला-किरण दोलनलेखी (कैंपेण्ड रे रॉमिजोग्राफ) में प्रकाश-विन्दु की गति को मानव नेत्रों में केवल एक बड़े धुंधले तरीके से देखा जा सकता है, अतः इस गति को स्पष्ट एवं बोधगम्य बनाने के लिए यतिमान फोटोग्राफिक फ़िल्म अति-वार्धत आवश्यक है।

फोटोग्राफिक चित्रों एवं सलेखों को यथावश्यक रूप में बड़ा अथवा छोटा भी किया जा सकता है। मानव शरीर अथवा यांत्रिक कल पुत्रों के सूक्ष्म दोषों के कारण उत्पन्न अत्यन्त लघु स्पन्दनों का कैमरा द्वारा चित्र लेकर तथा उन्हें बड़ा करके केवल उन्हें स्पष्ट देखा ही नहीं वरन् उनके कारणों को भन्तीर्माति और समझा जा सकता है।

आधुनिक फोटोग्राफी का आजकल एक बड़ा उपयोगी प्रयोग और भी है। ग्रन्थालयों की पुस्तकों और पाण्डुलिपियों, टाउन हाल के दस्तावेजों, बैंकों के चेकों एवं वाणिज्यिक सम्झौतों के पत्राचारों तथा लेखाओं को फोटोग्राफी की सहायता से अत्यन्त सूक्ष्म रूप में सलेखित कर लिया जा सकता है, जो मूल वस्तुओं की अपेक्षा अत्यन्त छोटे स्थान में रक्ते जा सकते हैं। इस प्रविधि से न केवल उपर्युक्त सलेखों को थोड़े स्थान में सुरक्षित रखा जा सकता है वरन् इस यंत्र की सहायता से बाधित वस्तु को बड़ी जल्दी और सुविधा से ढूँढ भी लिया जा सकता है। इन लघु सलेखों का पर्दे पर उनके मूलआकार में प्रक्षेपित (प्रोजेक्ट) करके विद्यार्थी-वर्ग का बड़ा लाभ किया जा सकता है और साथ ही ऐसे ग्रन्थों, पाण्डुलिपियों एवं अन्य वस्तुओं की भी सुरक्षा की जा सकती है, जो फिर से कभी प्राप्त न की जा सकती हों। फोटोग्राफी के इस प्रयोग का स्पष्ट दृष्टान्त कल-मुर्ज-कारखानों का है जहाँ उन्हें यंत्रों के लागो चित्र रखने पड़ते हैं, जहाँ पहले इन चित्रों को रखने के लिए १५०० वर्गफुट भूमि स्थान की आवश्यकता होती थी वहाँ अब सूक्ष्म फोटोग्राफी की सहायता से उन सबको दो दराजों में ही बन्द कर लिया जा सकता है।

जैसा कि पहले बताया जा चुका है, कैमरे की आँख उन स्थितियों में भी चीजों को भन्तीर्माति देण लेने में सफल होती है, जहाँ मनुष्य की आँखें कदापि नहीं देख सकती। फोटोग्राफिक प्लेट का एक बड़ा भारी गुण यह है कि उस पर किसी अति धुंधले प्रकाश को भी बड़ी लम्बी कालावधि तक अकृति करके उसके प्रत्यक्ष प्रभाव को सचित किया

जा सकता है। हमारी अपनी आँख यह काम नहीं कर सकती क्योंकि अगर हम किसी धुंधली वस्तु को बहुत देर तक देखते रहें तो स्वयं हमारी आँख ही धुंधला जाती है और हम उस वस्तु को उतना भी नहीं देख सकते जितना प्रथम दृष्टि में देख सके थे। चाँदनी रात में यदि हम स्वयं अपनी आँखों से १०,००० तारे देख सकते हैं तो ज्योतिषीय कैमरो को घण्टों तक विगोपित रख कर लगभग तीन स्र. नक्षत्रों के चित्र लिये जा सके हैं।

एक ओर तो ज्योतिषीय कैमरे होते हैं जो टनों भारी होते हैं, दूसरी ओर अति सूक्ष्म जठरान्तर (इण्ट्रागैस्ट्रिक) कैमरे होते हैं, जो रोगियों द्वारा निगल लिये जा सकते हैं। इन कैमरो द्वारा पेट के अन्दर का चित्र लिया जाता है जिससे डाक्टर अथवा सर्जन को रोग-निदान एवं उसकी चिकित्सा में बड़ी सहायता मिलती है। इन कैमरे में एक छोटा-सा दमक दीप (फ्लैश लैम्प) भी लगा रहता है, जिसकी दमक लगभग १/१०,००० सेकेण्ड तक रहती है और उसी से कैमरे को चित्र लेने के लिए प्रकाश प्राप्त होता है। कभी-कभी उपर्युक्त समय से भी कम विगोपन की आवश्यकता होती है और एक सेकेण्ड के दस लाखवें भाग के विगोपन से फोटोचित्र बनाये जा सकते हैं। इन अति लघु काल तक दमक देनेवाले भी दमक-दीप<sup>१</sup> होते हैं।

सामान्यतः अत्यल्प विगोपनों की आवश्यकता उम्र समय अधिक होती है जब फोटो चित्रों की माला तैयार की जाती है। इस प्रकार उन अल्पकालिक घटनाओं को समझने में सुविधा होती है जिन्हें हम अपने नेत्रों से देख-समझ नहीं सकते। इस प्रकार एक विद्युत् स्फुल्लिंग अर्थात् चिनगारी के, जो केवल १/५० सेकेण्ड तक ही वृत्तिमान रहती है, एक सहस्र अलग-अलग चित्र लेकर उसके क्षणिक जीवन का सारा इतिहास जाना जा सकता है। ऐसे अध्ययन से स्फुल्लिंग अन्तरालों (स्पाक गैप्स) तथा त्विचो की प्ररचना (डिजाइन) में बड़ी सहायता मिलती है।

उपर्युक्त प्रकार की चित्र-माला के परीक्षण का सबसे सुविधाजनक एवं सार्थक तरीका अत्यन्त शीघ्रता से पदों पर उनका प्रक्षेपण करने का है, यानी भूल-माला को एक विशेष प्रकार के सिनर्मैटोग्राफ कैमरे में स्थापित कर लेना। पाटक गण कसरती लोंगों के व्यायामों की गतिविधि के मन्द-गति विश्लेषण से परिचित होंगे। यह मनो-रजक चित्रण तीव्रगतिक सिनर्मैटोग्राफ कैमरे की सहायता से ही संभव होना है। उद्योगविमियों की गतिविधि का समय-विश्लेषण करना भी इसका एक व्यावहारिक

प्रयोग है। इस अध्ययन से चार-चार की जानेवाली क्रियाओं के परिधम एव उमसे उत्पन्न होनेवाली बकान को कम करने में बड़ी सहायता मिलती है। समय-मापन (टाइम स्केल) के इस परिवर्तन का उस समय दुगुना लाभ होता है जब 'स्पार्क' सिनिमैटोग्राफी से अत्यन्तानिक घटनाओं का वैंमा ही विश्लेषण किया जाता है। उदाहरणार्थ इसकी सहायता से एक मनोवैज्ञानिक मानव शरीर पर किसी अनपेक्षित आघात से उत्पन्न हुई तात्कालिक प्रतिक्रिया का सरलता से अध्ययन कर सकता है। उमी प्रकार मोटर टायर निर्माता उस क्रिया के सम्पूर्ण विवरण को जान सकता है जिसके कारण किमी रुकावट से मोटर टायर एकाएक फट जाता है। वस्तुस्थिति तो यह है कि गैस और द्रवों में लेकर अत्यन्त दुनि गति में चलनेवाली मशीनों की किमी प्रकार की गतिविधि को चित्रित करके उनका पूर्ण अध्ययन और विश्लेषण किया जा सकता है।

दूसरी ओर समयावसान (टाइम-लैप्स) सिनिमैटोग्राफ स्टूडियो में विगोपनो की माला जो शामद घण्टों का अन्तर देकर ली जाती है, तैयार हो जाने के बाद पदों पर उसका प्रक्षेपण बड़ी शीघ्रता से किया जा सकता है। इस प्रविधि में अनुसन्धान कार्य में बड़ी सफलता मिलती है और इसीलिए इसका महत्व बढ़ता जाता है। भूमि के नीचे जानेवाले मूलान् अर्थात् गडों की नोक की वृद्धि तथा शरीर के अन्दर बढ़ने हुए कैमरा की गतिविधि को समयावसान (टाइम लैप्स) माइन् कैमरा की सहायता से चित्रित करके छोटे समय में उनका निरीक्षण तथा अध्ययन किया जा सकता है। यह बनाने की आवश्यकता नहीं कि ऐसे अध्ययन में अनुसन्धान-कार्य को कितनी सहायता एव स्फूर्ति प्राप्त होती है और उसमें नयी दिशा का निर्धारण होता है।

अन्त में उप-मानक (सब-स्टैण्डर्ड) साइन् कैमरा का भी उल्लेख करना आवश्यक है। वायुयानों के उतरते तथा उड़ते समय के क्रियाकरण से सम्बन्धित समस्याओं के अध्ययन तथा किमी विदेशी खगेदार को एक जटिल मशीन को खोलने, लगाने एव चलान की रीति समझाने में ऐसे कैमरे बहुत महत्वपूर्ण होते हैं। शिक्षण एव प्रशिक्षण प्रयोजनों के लिए उपमानक सिनिमैटोग्राफिक कैमरा का अधिकाधिक उपयोग होना लगा है।

विचित्रण के प्रयोग से मनुष्य-नेत्रों पर किसी प्रकार के दुष्प्रभाव के बिना प्रकृति के अनेक सार्थक रूपों का उद्घाटन किया जा सकता है। चिकित्सीय जगत् में एक्स-किरण की उपयोगिता में अभी परिचित हैं किन्तु औद्योगिक नियंत्रण एव मलेवन में एक्स-किरण फोटोग्राफी का महत्व निरन्तर बढ़ता जाता है। उदाहरण के लिए इन्जनों की धुरी तथा वायुयानों के अग्रभाग (अण्डर कैरेज) के एक्स-किरण फोटोग्राफ लेना तो आजकल नित्य का काम है, क्योंकि इनकी रचना के ऊपर असह्य लोगों का जीवन निर्भर होता है। ऐसे फोटो चित्रण के व्यावहारिक प्रयोग की एक रोचक

सीमित कर देती है। अवरक्त अर्थात् इन्फ्रारेड फोटोग्राफी का चिकित्सा एवं औद्योगिक क्षेत्रों में अभी अधिक प्रयोग नहीं हुआ है। लेकिन अवरक्त तरंगों बाह्य त्वचा (एपीडर्मिस) में प्रवेश कर जाती है। इस त्वचा का उपयोग करके अब अपस्फोट निराश्रय (वैरिकोज वेन्स), चर्मभ्रम अथवा मोतियाबिन्द के कारण अपारदर्शी मूर्तिपट (रेटिना) के फोटोचित्र बनाये जाने लगे हैं। इसके अलावा भट्टियों की दीवारों, विकिरणों (रेडियेटर्स) तथा इजनों के रम्भों (मिलिण्डर) में उष्मा विनरण को भी उनके आनुपणिक अवरक्त विकिरण का फोटोचित्र लेकर उन्हें अक्षित किया जा सकता है।

उद्योगों में भी फोटोग्राफी का प्रयोग अब महत्त्व दिन-प्रति-दिन बढ़ता जा रहा है, फलतः फोटोग्राफी उद्योग में निरन्तर वृद्धि हो रही है। फोटोग्राफी के सामान बनाने में प्रति वर्ष ५०० टन रजत, ३००० टन जिलेटिन, ६००० टन कपाम तथा १३००० टन काष्ठ-रुग्दी लगायी जा रही है। इन सामग्रियों की सबसे ज्यादा खपत चलचित्रों के निर्माण के लिए होती है। चलचित्रों के बनाने में लगभग पाँच लाख मील लम्बी फिल्म लग जाती है। चिन्तु जन-समुदाय के कल्याण के लिए अथवा विभिन्न उद्योगों में फोटोग्राफी के महत्त्व को ऐसे आँकड़ों ने उतना नहीं जाना जा सकता जितना उसके उपयोग की विविधता से। मानव-प्रतिभा ने फोटोग्राफी प्रविधि को बहु-आयोजनीय एवं बहुमुखी बना दिया है।

### ग्रंथ-सूची

- Kodak Date Book of Applied Photography.* Kodak Ltd. Harrow.  
 MEES C E. K. *Photography* George Bell & Sons Ltd  
*Photography as an Aid to Scientific Work* (Booklet) Ilford Ltd.  
 ROEBUCK AND STAEBLE. *Photography—Its Science and Practice* Appleton  
 Century Co  
 SPENCER D A. *Photography To-day* Oxford University Press



## अध्याय १४

### कोयला और उसके उत्पादन; अन्य गैसों; खनिज तैल

#### कोयला और उसके उत्पादन

एल० मिल्बर, वी० एस-सी० (लन्दन), ए० आर० सी० एम०,  
डी० आई० मी०, ए० आर० आई० सी०

यह प्रायः निर्विवाद है कि समार में ग्रेट ब्रिटेन की ऊँची स्थिति, उसका महत्त्व एवं उसकी उप्रति और सफलता उसके कोयले की खानों की प्रचुरता के ही कारण है। बहुत दिनों तक ये खानें प्रकृति की अनिरूप्य (इन्पेक्षास्टिबल) देन मानी जाती थी जिसके फलस्वरूप उन्हें सुरक्षित रखने की बात पर कोई ध्यान नहीं दिया जाता था।

सर्वप्रथम डब्लू० एस० जेवॉन्स ने १८६५ में खानों का ध्यान इस बात की ओर आकृष्ट किया और उन्हें चेतावनी दी कि यदि यह कोयला समाप्त हो गया तो "उसके बिना हम (अर्थात् इंग्लैण्ड के निवासी) पुनः अपनी प्राचीन-कालीन दरिद्रता को प्राप्त हो जायेंगे।" उस समय से अब तक कई बार कोयले की खानों का अनुमान लगाया गया और प्रमुख वैज्ञानिकों ने उनके अपव्यय के विरुद्ध चेतावनियाँ भी दी। सर विलियम रैमजे ने इस बात पर बड़ा जोर दिया कि अगर इंग्लैण्ड वाणी सत्तार के राष्ट्रों में अपनी ऊँची स्थिति बनाये रखना चाहते हैं तो उन्हें प्रकृति की इस महनी सम्पत्ति का अविवेकपूर्ण अपव्यय रोकना होगा।

वर्तमान सताब्दी में कोयले को बचा रखने और बड़ी सावधानी एवं मितव्ययिता में खर्च करने की प्रवृत्ति अधिकाधिक बढ़ी है तथा इस दिशा में रसायनज्ञों एवं इंजीनियरों ने बड़े महत्वपूर्ण और प्रभावी काम भी किये हैं। प्रथम महायुद्ध (१९१४-१९१८) में कोयला उद्योग से उसके उत्पादनों की भीषण माँग हुई जबकि उसके अधिकांश कर्मों भी युद्ध में भाग लेने के लिए चले गये थे। ऐसे समय में ब्रिटिश राष्ट्र को इंधन की मितव्ययिता का विशेष ध्यान हुआ तथा लोगों ने उसके सच्चे महत्व को

समझा। वे ही समस्याएँ और भयकर रूप में गत महायुद्ध में भी उठी और मितव्ययिता की आवश्यकता और भी नम्र रूप में लोगों के सामने आयी। अपने कोयले का कुशलता-पूर्वक पूरी तरह उपयोग करने के लिए जो वैज्ञानिक प्रयत्न आज हो रहे हैं वैसे पहले कभी नहीं हुए।

कोयले के बहुमुखी उपयोग होते हैं और उनकी मर्यादा एवं विविधता दिनों-दिन बढ़ती जा रही है। परेलू एवं अन्य प्रकार के उष्मन के लिए तथा शक्ति उत्पादनार्थ भाप तैयार करने के लिए कच्चे कोयले का मीघा दहन (कम्बस्चन) उसकी खपत का सबसे बड़ा पद है। उसके व्यवहार के प्रायः अन्य सभी तरीकों में इस खनिज विशेष का रासायनिक विच्छेदन करके उससे दूम्मे अधिक भुगम उघन अथवा अन्य उपयोगी उत्पादन तैयार किये जाते हैं, और ये सभी प्रयोग रासायनिक विज्ञान पर ही आश्रित हैं। खानों में से कोयला निकालने में भी रसायनज्ञों के सहयोग का बहुत बड़ा महत्त्वपूर्ण अंश रहा है। १८१५ में सर हम्फ्री डेवी द्वारा निरापद दीप (सेप्टी लैम्प) के आविष्कार से लेकर त्वीलर और अन्य कार्यकर्ताओं के कोयला धूलि में होनेवाले विस्फोटों के निवारणार्थ प्रस्तर धूलन (स्टोन डस्टिंग) सवन्धी कामों तक रसायनज्ञों ने इस उद्योग में हताहत होनेवाले असंख्य मनुष्यों के प्राण बचाने में योगदान किया है। फलतः ऐसी-ऐसी खानों से भी कोयला निकाला जा सका, अन्यथा जिनमें काम करना महा भयावह था।

इस छोटे से प्रकरण में कोयला प्रयोग करनेवाले उद्योगों के विकास एवं उन्नति में रसायनज्ञों द्वारा किये गये योगदान का पूर्ण विवरण संभव नहीं है। इसलिए जो कुछ यहाँ लिखा गया है वह सामान्य विषय का दृष्टान्त मात्र है।

भाप बनाने के लिए कोयले के मीघे दहन में रसायनज्ञों का काम मुख्यतः कच्चा कोयला तथा उसके गैसीय एवं ठोम उत्पादनों के विदनेपण तक ही सीमित था। इस विश्लेषण का विशेष प्रयोजन कोयले की कोटि पर नियंत्रण रखना तथा विशिष्ट कामों के लिए उपयुक्त कोटि के कोयले का चुनाव करना था, साथ ही दहन की कुशलता बढ़ाना भी इसका महत्त्वपूर्ण ध्येय था।

१९१४-१९१८ वाले महायुद्ध के बाद विजली तैयार करने में शक्ति उत्पादन की कार्यकुशलता एवं आर्थिक व्यवस्था पर अत्यधिक ध्यान दिया जाने लगा। एलेक्ट्रिक कमिशनरो ने छोटे-छोटे और कम कार्यकुशलता वाले केन्द्रों को बन्द करके सारे देश को विद्युत शक्ति उपलब्ध कराने के लिए कुछ थोड़े-से किन्तु बहुत बड़े-बड़े केन्द्र स्थापित करने का निश्चय किया। 'सुपर-पावर स्टेशन' कहे जानेवाले इन विशाल केन्द्रों में कोयला-दहन, भाप-जनन एवं उससे विद्युत-शक्ति-उत्पादन में उच्चतम

कुशलता और क्षमता लाने के लिए सभी आधुनिक विकास-साधनों को प्रयुक्त करने का विचार किया गया। लेकिन शक्ति-वितरण में न्यूनतम खर्च करने के लिए इन विशाल केन्द्रों को बड़ी-बड़ी वस्तियों के अन्दर अथवा उनके समीप बनाना आवश्यक था। किन्तु इसमें भी धुएँ, धूम्रपान तथा अम्ल गैसों से वायुमण्डल के व्यापक दूषण का भी बड़ा भारी डर था, क्योंकि इससे समीपस्थ जन-वस्तियों के स्वास्थ्य एवं धन-सम्पत्ति के विनाश की बड़ी सम्भावना थी। इस प्रकार की बुराइयों और हानियों की ओर जनता का ध्यान भी आकृष्ट हुआ और लन्दन के पार्लियामेंट भवन तथा अन्य बड़े बड़े भवनों के पत्थरों को हुए बड़े नुक्सान सबन्धी स्मारक-पत्र के प्रकाशन से लोगों में काफी अशान्ति फैल गयी। इन कारणों से ऐसे विशाल केन्द्र बनाने के लिए पार्लियामेंट का समीपन (सैन्कशन) इस स्पष्ट शर्त पर प्राप्त हुआ कि बाहिनी गैसों (फ्यू गैस) को वायुमण्डल में छोड़ने के पहले उसमें से धुआँ और गंधक के ऑक्साइडों का सम्पूर्ण निरसन कर दिया जायगा। किन्तु उस समय इतने बड़े-बड़े केन्द्रों की चिमनियों से निकलनेवाली गैसों की अति विशाल मात्रा में से गंधक ऑक्साइडों के निस्तारण की कोई उत्तम अथवा सतोपप्रद विधा ज्ञात न थी। इस क्रिया की विशालता का अनुमान इस बात से लगाया जा सकता है कि केवल एक केन्द्र में ही प्रति मिनट १५ लाख घनफुट गैस का उपचार करना पड़ता, जिसमें गंधक ऑक्साइड की प्रारम्भिक मात्रा ०.०२-०.०५% होती थी।

‘बैटरसिया पावर स्टेशन’ बनाने के पहले लन्दन पावर कम्पनी के इंजीनियरों और रसायनज्ञों ने अन्य तत्कालीन प्रख्यात रसायनज्ञों के सहयोग से कई वर्ष तक अनुसन्धान करके ऐसी रीनियाँ आविष्कृत की जिनसे वे पार्लियामेंट की शर्तों को पूरी कर सकें। इस प्रकार नये शक्ति-केन्द्र (पावर स्टेशन) का सयंत्र (प्लांट) लगाया गया, जो विद्युत-शक्ति संचार करनेवाला ससार का सबसे बड़ा केन्द्र बन गया। प्रारम्भ से ही इस सयंत्र द्वारा बड़ी कुशलतापूर्वक काम होता आया है, तथा गंधक ऑक्साइडों का ९०-९५% तक निरसन किया जा सका है और धुएँ एवं धूम्र-कणों को एकदम निकालना समभव हुआ।

उपर्युक्त रीति में गैसों के क्षैतिज प्रवाह (हॉरिजॉण्टल फ्लू) पर टेम्स नदी का प्रचर जल छिड़का जाता है, शीकरन अर्थात् छिड़काव का अन्तर देवर गैसों पर लौह व्यारोधों (वैफ्लम) के प्रयोग में गंधक डाइऑक्साइड के ऑक्सीकरण से गंधकाम्ल बनता है। साथ ही माय गैस को जल से धो लेने के बाद चिमनी के अगल-बगल दोनों ओर लगे स्तम्भों में चाक के क्षीण आलम्बन से अल्पमधारीय धावन उपचार करके स्वच्छ, शीत एवं उदामीन गैस को वायुमण्डल में छोड़ दिया जाता है। सयंत्र से निकले

घावन जल का घावन' (एरेशन) करके सल्फाइट का सल्फेट बनाया जाता है और अन्त में इसे गंधनको (काण्डेन्सर) से निकले जल में मिलाकर पुन टेम्स नदी में बहा दिया जाता है। जल की प्राकृतिक कठोरता उसकी विशाल मात्रा के कारण इतनी पर्याप्त होती है कि उससे तद्विलीन अम्लों का उदासीनीकरण हो जाने से उत्प्रवाही<sup>१</sup> जल उदासीन एवं निरापद हो जाता है।

वैटरमिया केन्द्र जब कुछ वर्षों तक सफलतापूर्वक चल चुका, तब टेम्स के ऊपरी भाग में स्थित फुलहैम नामक स्थान पर एक दूसरा बड़ा शक्तिकेन्द्र (पावर स्टेशन) बनाया गया। इसके लिए भी क्षेप्य गैसों की शुद्धता सबन्धी वे ही शर्तें लागू थीं। किन्तु यहाँ उपर्युक्त रीति नहीं लागू हो सकी क्योंकि यह स्पष्ट था कि अभावृष्टि में टेम्स का सम्पूर्ण जल दोनों केन्द्रों की गैसों के घोघन एवं उत्प्रवाही गंधकाम्ल के उदासीनीकरण के लिए पर्याप्त न था। इसलिए ऐसी युक्ति निकालने का प्रयत्न किया गया जिसमें द्व उन्प्रवाही (एफ्लुयेन्ट) उत्पन्न ही न हों। बाहिनी गैसों को चूने अथवा चाक के आलम्बन से धोकर उनमें से सल्फर डाइऑक्साइड को पूरी तरह निकालने की एक रीति निकाली गयी। किन्तु दुर्भाग्यवश कैल्सियम सल्फाइट और सल्फेट के अतिसन्तृप्त विलयन बन जाने से इन लवणों का घावन-तलों पर केलासन होने लगा जिससे अवरोध होने के कारण यह विधा क्रियान्वित न की जा सकी। गहन अन्वेषण के बाद इस रीति में संशोधन किया गया और घावनजल में पहले से ही ५<sup>०</sup> अव-क्षेपित<sup>२</sup> कैल्सियम सल्फेट डाल दिया जाने लगा। इस युक्ति से अति सतृप्तीकरण कम होने से केलामित लवणों का जमना भी कम हो गया और रीति अधिक सुचारु रूप से चलने लगी। लवणों का अवक्षेपण घावकों के बाद घने टैंकों में होता और वही उनका तलछटीभवन<sup>३</sup> होता है। फुलहैम शक्तिकेन्द्र पर लगे समय में यह रीति क्रियान्वित होने लगी और इससे चिमनियों से निकली गैसों में शक्क की मात्रा कम होकर प्रति घनफुट ०.००४६ ग्रेन रह जाती है, यह मात्रा अनुज्ञापित मात्रा का केवल छठा भाग है। इस रीति की यह विशेषता है कि इसमें उत्पन्न किसी प्रकार का कोई उत्प्रवाही (एफ्लुयेन्ट) नदी में नहीं डाला जाता। ये दोनों विशाल शक्तिकेन्द्र, जिनसे प्रति दिन लगभग १०० टन शक्काम्ल निकलता है, बिना किसी हानिकारक परिणाम के वर्षों से काम कर रहे हैं।

कोल गैस का निर्माण उद्योगों पर विज्ञान के प्रत्यक्ष प्रभाव का एक उल्लेखनीय

<sup>१</sup> Aeration    <sup>२</sup> Effluent    <sup>३</sup> Precipitated    <sup>४</sup> Sedimentation

दृष्टान्त है अतः इसकी चर्चा तनिक विस्तारपूर्वक की जायगी। इसके विकास में दार्शनिक (फिलासोफिकल) प्रयोगों का भी हाथ होने से इसका इतिहास और भी रोचक हो गया है। सत्रहवीं शताब्दी में वैज्ञानिक अनुशीलन केवल कुछ विद्वान् व्यक्तियों, विशेषकर पादरियों के शौक का विषय था। क्रॉपटन के रेक्टर रेवरेण्ड डा० वलेटन ने कोयले का आसवन करके गैस प्राप्त की और उसे ग्लैडर में एकत्र किया। इस तथ्य की सूचना व्यायल ने रॉयल सोसायटी को १६८८ में दी। १७५० में लैण्डॉफ के विद्यार्थी डा० वाट्सन ने कोयले के आसवन से न केवल गैस प्राप्त की बल्कि नलों के द्वारा उसे एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाने में भी वे सफल हुए। लेकिन रोशनी करने के लिए कोल गैस का प्रथम सुझाव देने का श्रेय विलियम मुरडॉक नामक एक इन्जीनियर को दिया जाता है। १७९२ में उन्होंने ही रिटॉर्ट में कोल गैस उत्पन्न करके कलाई किये हुए लोहे और ताँबे के नलों की सहायता से ७० फुट दूर अपने मकान और कार्यालय में ले जाकर उससे रोशनी की थी। उनके ये प्रारम्भिक प्रयोग रेड्म में किये गये थे और उसके छह वर्ष बाद वह वाउरटन के सोहो डलाई घर तथा बर्मिंघम-स्थित बेंट में कोल गैस से प्रकाश करने में सफल हुए। १७९९ में लीवान ने फ्रान्स में भी ऐसे ही प्रयोग प्रारम्भ किये। १८०७ में जब पाल माल के एक तरफ विन्सर द्वारा रोशनी की गयी तो लन्दन में भी कोल गैस उपलब्ध करने के लिए एक कम्पनी को अधिकार देने के निमित्त एक विधेयक उपस्थित किया गया और इसी प्रयोजन के लिए एक अधिनियम पारित हुआ। इसके दो वर्ष बाद 'गैस लाइट ऐण्ड कोक कम्पनी' को एक निगम-राजलेख (चार्टर ऑफ इन्कॉर्पोरेशन) भी दिया गया। यह कम्पनी आज भी ससार भर में इस प्रकार की सबसे बड़ी संस्था है। बेस्ट मिनिस्टर पुल तथा पार्लि-मेण्ट भवनो को १८१३ में कोल गैस से प्रकाशित किया गया। उस समय से कोल गैस से प्रकाश करने की प्रथा ससार के अन्य मुख्य देशों में फैली।

कोल गैस का निर्माण मुख्य रूप से रासायनिक उद्योग है क्योंकि इसमें कोयले के भ्रजक विच्छेदन (डिस्ट्रिक्टिव डिक्कॉम्पोजिशन) से अनेक पदार्थ उत्पन्न होते हैं, जो रासायनिक एवं भौतिक रूप में मूल पदार्थ से सर्वथा भिन्न होते हैं। इन सभी उत्पादनों के विशिष्ट गुण होते हैं, जिनके कारण ये साम-साम प्रयोजनों में काम आते हैं। हाँ इनमें से कोल गैस प्राथमिक महत्व का उत्पादन है। प्रारम्भिक काल की अपेक्षा अब उसकी प्राप्ति (ईन्ट) और श्रेणी (कॉटि) में बड़ी उन्नति हुई है और इसका श्रेय प्रायः सर्वथा रसायनज्ञों को ही है। कार्वनीकरण (कार्वोनाइजिंग) तथा उत्पन्न गैस की बनावट एवं उसकी मात्रा पर बतौर नियंत्रण द्वारा वांछित मयटकों को सुरक्षित रखकर शेष के विच्छेदन से तैयार गैस की श्रेणी और प्राप्ति बढ़ायी

जाती है। क्षेप्य गैसों के विश्लेषण से रिटॉर्ट से अनुचित च्याप बर्मात् हानि का पता लगता है तथा उसका निवारण किया जाता है। कोल गैस का शोधन इस उद्योग में रसायनज्ञों के माहाय्य का बड़ा उत्तम उदाहरण है।

रिटॉर्टों से निकली कोल गैस में २% हाइड्रोजन सल्फाइड होता है, जो अति विषालु गैस होने के साथ सड़े अण्डे की तरह बदबू करता है। कोल गैस के हाइड्रोजन सल्फाइड के इन दुर्गुणों का अनुभव तभी होता है जब वह कहीं से निकलने लगती है। लेकिन कोल गैस के दहन में हाइड्रोजन सल्फाइड भी जलकर गंधक डाइऑक्साइड और गंधकाम्ल का रूप ले लेता है, और जब चारों ओर की हवा में ये पदार्थ अधिक मात्रा में फैलते हैं तो श्वानरोध होने लगता है। इसके अतिरिक्त घर की साज-सज्जा एवं वस्त्रों पर गंधकाम्ल जमने से उनका संहारण (कोरोजन) भी होने लगता है। इन कारणों से गृहकार्यों के लिए गैस प्रयुक्त होने के पूर्व उसमें से हाइड्रोजन सल्फाइड को निकालना अत्यावश्यक हो गया। कारखानों में हाइड्रोजन सल्फाइड का कुछ भाग अमोनियाई द्रव में सघनित हो जाता है किन्तु उसका अधिक अम्ल बच जाता है जिसके निरसन के लिए अन्य रासायनिक उपचारों की सहायता लेनी पड़ती है। इस उद्योग के प्रारम्भिक काल में गैस को भीगे चूने के मिश्रण में प्रवेश कराया जाता था जिससे गैस में से तो हाइड्रोजन सल्फाइड अवश्य निकल जाता था लेकिन एक दुर्गन्धयुक्त, निरर्थक अर्ध-द्रव पदार्थ, जिसे "ब्लू विवी" कहते हैं, बच रहता। इस पदार्थ का कारखाने के कर्मियों एवं उसके समीप रहनेवाले जन-समुदाय के स्वास्थ्य पर बड़ा घोर दुष्प्रभाव पड़ने लगा। इसको बाहर फेंकने से वायुमण्डल कलुषित होता तथा नदी में बहाने से प्रणाल एवं स्वयं नदी दूषित हो जाती थी। इसलिए भीगे चूने के स्थान पर सूखा चूना प्रयुक्त होने लगा, लेकिन फिर भी गैस-लाइम का दुर्गन्धयुक्त तथा उपयोगरहित अवशिष्ट बचने लगा। इससे भी कारखाने और उसके चारों ओर का वातावरण दूषित होने लगा, यह अवशिष्ट इतना घुणास्पद होता था कि इसे सड़क पर ले चलना भी अपराध माना जाने लगा।

कोल गैस शोधन की कोई कम हानिकर रीति खोज निकालने का भार भी रसायनज्ञों पर ही पड़ा। १८४९ में शोधक के रूप में हाइड्रेथिज लीड ऑक्साइड का प्रयोग होने लगा। इसकी प्रयुक्ति से शोधनविधा में विशेष उन्नति हुई, क्योंकि यह नया पदार्थ एक बार प्रयुक्त बर्मात् परिदूषित हो जाने के बाद हवा में खुला रखने से पुनर्जनित हो जाता था, यानी वह ठोस भस्म और हाइड्रेथिज ऑक्साइड का एक मिश्रण बन जाता, और हाइड्रोजन सल्फाइड अवशोषण की उसकी क्षमता प्रायः मूल ऑक्साइड के ही समान हो जाती थी। इस प्रकार यह हाइड्रेथिज ऑक्साइड अनेक बार प्रयुक्त

हो सकता था, लेकिन अन्ततोगत्वा उसमें गंधक की मात्रा इतनी अधिक हो जाती कि उसे बदल देना पड़ता।

काम आया हुआ हाइड्रोजन लौह ऑक्साइड बहुत नागवार भी नहीं होता था तथा इसका हटाना गैसनिर्माताओं के लिए कोई समस्या न थी, उल्टे यह एक लाभप्रद पदार्थ हो गया जिससे अच्छा खासा दाम बसूल होने लगा, क्योंकि उसमें से गंधकाम्ल बनाने के लिए पर्याप्त गंधक प्राप्त होता था। इस प्रकार गैस-शोधन की विधा इस उद्योग के लिए कोई रुकावट की बात न रह गयी; फलतः बिना किसी प्रकार के झगड़े के इसका स्वाभाविक प्रसार होने लगा।

वैज्ञानिकतया नियंत्रित होने पर यह विधा इतनी उत्तम सिद्ध हुई कि आज लगभग १०० वर्ष के बाद भी यह व्यापक रूप से प्रचलित है, यद्यपि हाल में द्रव अवशोषकों द्वारा शोधन की अधिक सरल लेकिन कम कुशल रीति चलायी गयी है। ऑक्साइड वाली शोधनरीति से शोधित गैस में हाइड्रोजन सल्फाइड की मात्रा साधारणतया प्रति दो करोड़ भागों में एक भाग के अनुपात से भी कम होती है।

कोल गैस में हाइड्रोजन सल्फाइड के अतिरिक्त भी कार्बन डाइ सल्फाइड मद्धा गंधक के कुछ अन्य यौगिक विद्यमान होते हैं, यद्यपि हाइड्रोजन सल्फाइड की अपेक्षा इनकी मात्रा बहुत कम होती है और सायद प्रारम्भिक दिनों में और भी कम होती थी। जब गैस में हाइड्रोजन सल्फाइड की उपस्थिति पर वैधानिक प्रतिबन्ध लगा तब गंधक के ये यौगिक भी उसमें शामिल कर लिये गये। उस समय कार्बन डाइसल्फाइड को निकालने की कोई रीति ज्ञात न थी लेकिन लगभग १० वर्ष बाद इब्नू ऑर्डलिंग ने एक रीति का प्रवर्तन किया। इसमें ऐसे चूना-शोधकों के प्रयोग का उल्लेख किया गया था जिनके जरिये हाइड्रोजन सल्फाइड के अवशोषण से बने कैल्सियम सल्फाइड द्वारा कार्बन डाइसल्फाइड का अवशोषण होता था। लन्दन की गैस कम्पनियों ने इस रीति को अपनाया लेकिन इसमें चूनाशोधन के अनुपात (नूट्रमेन्स) के साथ कार्बन डाइसल्फाइड निरमनविधा की अनिश्चितता और सामिल हो गयी। १९०५ में पार्लियामेंट ने एक ओर हाइड्रोजन सल्फाइड के अतिरिक्त अन्य गंधकयौगिकों के हानिकारक प्रभावों और दूसरी ओर उपर्युक्त विधा के त्रयाकरण और समीपस्थ जिलों के जन-स्वास्थ्य पर उसके दुष्प्रभावों के बारे में विचार किया और अन्त में कोल गैस में अन्य गंधकयौगिकों की उपस्थिति पर से प्रतिबन्ध हटा लिया।

चिन्तु इस उद्योग में कार्यरत रसायनज्ञों ने अन्य गंधकयौगिकों के निरमन की समस्या को छोड़ा नहीं बरन् तत्संबन्धी अनुगन्धान बराबर जारी रखा। लगभग ३० वर्ष हुए, कापेंटर और इवान्स के प्रयोगों के बाद 'साउथ मिट्रोपॉलिटन गैस कम्पनी'

ने एक विधा प्रचलित की, जिसमें गैस को  $850^{\circ}$  से० ताप पर रखे गये एक निकेल उत्प्रेरक (कैटेलिस्ट) के ऊपर से पार कराया जाता है। इस उपचार में कार्बन डाइ-मल्फाइड का अपचयन होकर हाइड्रोजन सल्फाइड बन जाता और कार्बन निकेल उत्प्रेरक के ऊपर ही जमा हो जाता है। हाइड्रोजन सल्फाइड को तो ऑक्साइड शोधकों की सहायता से निरसित किया जाता है तथा उत्प्रेरक पर जमे कार्बन को समय समय पर हवा की उपस्थिति में जलाकर उत्प्रेरक को पुनर्जीवित कर लिया जाता है। इस विधा में गैसकयोगिकों का लगभग ८० % भाग निरमित हो जाता है। 'माउय मिट्रोपॉलिटन गैस कम्पनी' यद्यपि अब भी इस विधा का मफल प्रयोग करती है, फिर भी यह व्यापक रूप में स्वीकार नहीं की गयी।

पिछले कुछ सालों में आर० एच० ग्रिफिथ ने एक प्रक्रिया निकाली है, जिनमें उत्प्रेरक तो निकेल ही होता है लेकिन क्रियाकरण का ताप केवल  $160^{\circ}$  से० के समीप होता है। इस विधा में कार्बन डाइसल्फाइड के ऑक्सीकरण में कार्बन डाइऑक्साइड और गंधक डाइऑक्साइड बन जाते हैं, और गैस को मोडा के तनु विलयन में धोकर उनमें से गंधक डाइऑक्साइड निकाल दिया जाता है। प्रतिक्रिया के लिए आवश्यक वायु के प्रवेश का नियमन करके ताप का नियंत्रण किया जाता है तथा अतिरिक्त ऑक्सीजन का जल बना दिया जाता है। इस उपचार के बाद गैस में उनकी मूल गंधक मात्रा का केवल लघ्वश मात्र बच जाता है।

डब्लू० के० हबिन्सन ने इसी समस्या को दूसरी तरह से हल करने का प्रयत्न किया है। उनकी विधा में गैस को तेल में धोकर उनमें से गंधकयोगिक निकाले जाते हैं। तेलपरिचालन (सरकुलेशन) की गति बढ़ाने में अधिकतम कार्बन डाइ-सल्फाइड बेन्झॉल में विलीन होकर निकल जाता है, साथ ही जन्माविनिमय (हीट एक्सचेंज) का उत्तम प्रवर्ण्य होने में शक्ति भी अधिक नहीं लगती।

ये दोनों विधायें (प्रक्रियाएँ) 'गैस लाइट ऐण्ड कोक कम्पनी' द्वारा काफी बड़े पैमाने पर क्रियान्वित की जा रही हैं। वर्तमान समय में नगरों में उपलब्ध गैस एक परम स्वच्छ ईंधन मानी जाती है, क्योंकि उसके शोधन का विशेष ध्यान रखा जाता है। इसी कारण से इसका उपयोग भी विविध क्षेत्रों एवं प्रयोजनों के लिए किया जाने लगा है, जो अन्यथा सम्भव न होता। गंधकयोगिकों के निरसन में यह अब इतनी निरापद हो गयी है कि इसका प्रयोग बहुत से आधुनिक उपकरणों में भी किया जाता है।

नैपथीलीन भी गैस-शोधन की एक ऐसी समस्या रही है, जिसका समाधान करके भी रसायनज्ञों ने इस उद्योग की बड़ी सेवा की है। समस्याविशेष का कोई हल नहीं



वैलिक इसके कारण संयंत्र के दूसरे भागों में उत्पन्न अप्रत्याशित बठिनाइयों को दूर करने का प्रयत्न किया गया।

रिटॉटिंग गृह में जितने ही ऊँचे ताप का प्रयोग किया गया, प्रनाडो (मैन्स) और मोयन संयंत्र में टॉम नैप्थैलीन जम जाने से जتنا ही बूट उत्पन्न होने लगा। नैप्थैलीन एक केमलीय टॉस हाइड्रोकार्बन है जो वाष्पशील होने के कारण रिटॉटों के ऊँचे ताप पर उड़कर गैस के साथ चला जाता है, लेकिन रिटॉटों में निबन्धन गैस जो ही ठंडी होती है त्यो ही यह प्रनाडो एवं सघनको (कॉण्डेन्सर) में सघनित होकर जम जाता है। यह पदार्थ इतना हल्का-फुल्का होता है कि इसकी थोड़ी मात्रा भी बहुत थोड़े ही समय में प्रनाडों को बन्द कर देती है। ऐसी परिस्थिति में गैस का मजबूत प्रवाह अत्यन्त बठिन हो जाता है।

परिवर्त्य सघनको (रिबमिथ्र कॉण्डेन्सर) को चतुर युक्ति लगाकर कारपेण्टर ने प्रनाडों को साफ रखने तथा गैस उत्पादन बिधा को निरन्तर जारी रखने में काफी सफलता प्राप्त की। इस बिधा में पूर्वसघनित टार को ऐसा परिचालित किया जाना है कि वह प्रनाडों में जमे नैप्थैलीन को विघ्नित करके उन्हें बराबर साफ रखता है। आगे चलकर वितरणक्षेत्रों के प्रनाडों में गैस और भी ठंडी हो जाती तथा मकुरे होने के कारण उन प्रनाडों के बन्द हो जाने की बड़ी संभावना रहती है। इस कारण गैस-प्रदाय में बड़ी अनियमितता होती और कभी कभी एकदम दराबट हो जाती। इसमें उपभोक्ताओं को स्वानाविक रोप एव सीमा होती थी और गैसकम्पनी को प्रनाडों की मरफाई में पर्याप्त बठिनाई होनी और खर्च पड़ता। इन बठिनाई के निवारणार्थ गैस को कारखाने में ही थोड़े तेल से धो लिया जाने लगा। इसमें गैस में नैप्थैलीन की मात्रा इतनी कम हो जाती कि न केवल उसका जमना बन्द हो गया बल्कि जमी हुई नैप्थैलीन फिर से गैस में अवशोषित हो जाने लगी।

गैस मरफाई की उपयुक्त बिधा कुछ दिन तो ठीक से चलती रही लेकिन थोड़े समय के बाद धारको (होल्डर) में निबन्धी गैस में हाइड्रोजन सल्फाइड का दूषण होने लगा, जिसका कारण पहले समय में न आया। बड़ी मात्रा-लीन के बाद यह मादूम हुआ कि धारको में पड़े जल में ऐसे जीवाणु होते हैं जो जल में से सल्फेट लेकर उसका हाइड्रोजन सल्फाइड बना देते हैं, जो गैस में मिलकर उसे दूषित कर देता है। पहले जब गैस में नैप्थैलीन मिटी रहती थी तो उसने या तो जीवाणुओं का सर्वथा हनन हो जाता या अथवा उनकी वृद्धि एवं क्रियाशक्ति अत्यन्त कम हो जाती थी। लेकिन जब गैस नैप्थैलीनरहित हो गयी तो जीवाणुओं को स्वच्छन्द रूप से क्रियाकरण का अवसर मिला और वे हाइड्रोजन सल्फाइड उत्पन्न करके गोषित गैस को पुनः दूषित करने लगे।

जीवाणुओं को अपना काम करते रहने देना ही युक्तिसंगत समझा गया, परन्तु उनकी गति-विधि पर दृष्टि रखने एवं उसका नियंत्रण करने का प्रयत्न किया गया। इसके लिए गैस में लेड मात्रा हाइड्रोजन सल्फाइड का भी पता लगाने के लिए बड़ी कोमल विश्लेषण-रीतियाँ निकाली गयीं। गैस में हाइड्रोजन सल्फाइड सांद्रण की घातक सीमा लौघने के पहले ही धारकोवाले जल में थमद ऑक्साइड जथवा एसिटेट डाल दिया जाता। इस प्रकार जल में सल्फेट की मात्रा शून्य करा दी गयी और जब पानी में सल्फेट रह ही नहीं गया तो जीवाणुओं के लिए खाय ही न रहा और गैस का दूषण भी बन्द हो गया।

प्रायः उपर्युक्त घटना की तरह ही कोल गैस मुक्ताने की विधाओं के सफल क्रिया-करण से भी ऐसी समस्याएँ उत्पन्न हुईं जिन्हें हल करने में रसायनशां की विशिष्ट बुद्धि एवं प्रतिभा लगानी पड़ी। गैस जब तैयार होती है तब जलवाष्प से सतृप्त होती है और जब वितरण-प्रणाली में ताप-परिवर्तन होता है तब यह जल प्रनाडो एवं उप-करणों में सघनित हो जाता है। इससे न केवल गैसप्रदाय में बिघ्न पड़ता बल्कि लोहे का संक्षारण भी होता था, जिससे नाडो तथा अन्य उपकरणों का उपयोग-काल अति अल्प हो जाने से कम्पनियों के खर्चों में काफी वृद्धि हो गयी। फलस्वरूप गैस में जलवाष्प की मात्रा इतनी कम कर दी जाने लगी कि वह किसी भी अवस्था में सघनित न होने पाये। इसके लिए कैल्शियम क्लोराइड के सांद्रित विलयन जैसे कुछ शोषकों द्वारा गैस के उद्भावन (स्क्राबिंग) की प्रथा चालू की गयी। इससे प्रशयो की निरन्तरता में उन्नति हुई एवं खर्चों में भी ऐसी कमी हुई कि उपर्युक्त उपचार तथा उसका खर्च लाभ-प्रद ही सिद्ध हुआ। लेकिन जब प्रनाडों में पानी जमना बन्द होने से गैस का अवरोध कम हुआ तब नें एक दूररी कठिनाई का अनुभव होने लगा। कुछ क्षेत्रों में उपकरणों के साइलेंट जेटो, छोटे वाल्वो तथा गवर्नरो में और गैस-कारखाने के गवर्नरो में कुछ गोद जैसा पदार्थ जमने लगा। इस कठिनाई का कारण ढूँढना तथा उसका स्पष्टीकरण एक प्रबल समस्या हो गयी, विशेष कर इसलिए कि गैस में बाधक पदार्थों की मात्रा अत्यन्त सूक्ष्म थी। यह पता लगाया गया कि गैस के प्रति दस लाख घनफुट में केवल ५० ग्रेन गोद रहने में भी कठिनाई उत्पन्न हो जाती है। अन्वेषण से यह भी पता चला कि इस प्रकार का गोदीय पदार्थ नाइट्रिक ऑक्साइड, ऑक्सीजन और कुछ असतृप्त हाइड्रो कार्बनो की जति लघु मात्राओं की पारस्परिक क्रिया से उत्पन्न होता है। गैस में नाइट्रिक ऑक्साइड की मात्रा अत्यन्त कम होती है, अन्य दो प्रतिकारकों (रिए-क्टेन्स) की मात्रा अपेक्षाकृत अधिक होती है। इसलिए विश्लेषण की कुछ ऐसी विशिष्ट रीतियाँ विकसित करने की आवश्यकता हुईं जिनसे गोद और नाइट्रिक ऑक्सा-

इड की मूश्मत्तम मात्राओं का आमजन किया जा सके; क्योंकि गैस के प्रति दो करोड़ भाग में दमका एक भाग भी विद्यमान रहने से कठिनाई हो सकती है।

गोद बनने की प्रतिक्रिया बड़ी मन्द गति से चलती है और इसका निर्माण अधिकांशतः उस कालावधि में होता है जब गैस धारकों में संगृहीत रहती है। उत्पन्न गोद के कण इतने सूक्ष्म होते हैं कि उनके बैठने की भी सम्भावना नहीं होती। अतः जब सग्रहण के पहले गैस सुखा ली गयी होती है तो धारकों में निकलने पर उसके साथ गोद भी चलती है और उपयोगक्षेत्रों में उपकरणों की पगली नालियों एवं छोटे छिद्रों में जमा होकर अवरोध उत्पन्न कर देती है। लेकिन अगर गैस को धारकों में प्रवेश करने के पहले सुखाया न जाय तो वह जलवाष्प से सतृप्त अथवा प्रायः सतृप्त होती है, फलतः सघनन धारकों के अन्दर होता है और सम्भवतः गोद के कणों पर ही जल-बिन्दु बनने हैं। इस प्रकार जल के साथ नीचे बैठने से गैस में गोद की मात्रा कम हो जाती है और जब वह सजल धारकों में निकलकर वितरणार्थ नाडकों में चलती है तो गोद रहित होती है और उसके जमने के कारण होनेवाली रुकावटें नहीं होने पाती। इसलिए सतृप्त गैस को ही धारकों में सग्रहण करना तथा वितरण के पूर्व ही उसे सुखाना लाभ-प्रद मिष्ट हुआ। इसमें सूखी गैस के लाभों के साथ साथ उपकरणों में गोद जमने की कठिनाई भी दूर हो गयी।

गैस निर्माण के प्रारम्भिक दशकों में प्रायः इसका एक मात्र उपयोग रोगनी करने के लिए ही होता था और इस काम के लिए उच्च दीप्ति (लुमिनोसिटी) की गैस की आवश्यकता होती थी। गत शताब्दी के उत्तरार्ध में जब विद्युत्प्रकाश का प्रचलन हुआ तो ऐसा मान्य हुआ कि गैस का उपयोग और उसका उद्योग एकदम समाप्त हो जायगा, लेकिन दो महत्वपूर्ण रासायनिक आविष्कारों ने उसकी रक्षा की। प्रथम आविष्कार बुन्सन द्वारा "बुन्सन ज्वालक" (बर्नर) का था। बुन्सन के एक महापद ने अदीप्त (नॉन-लुमिनस) गैसज्वाला (फ्लेम) की ओर उनका ध्यान आकृष्ट किया, जिसे देवकर उन्होंने ऐसी युक्ति निबाली जिसमें वहन के पूर्व गैस में थोड़ी वायु मिल जाती और वह अदीप्त एवं घूमरहित ज्वाला से जल उठती। तापन के लिए यह ज्वाला परम उपयुक्त मिष्ट हुई। ३५ वर्ष बाद हाइड्रोजन की उमी प्रयोगशाला में डा० आर वान वेल्गवाल ने, विरल मृदा (रेयर अर्थ) का अनुशीलन करते समय, एक गैस-दीपावार (मैण्टल) विकसित किया, जिसमें वह गैस में तापीय (इन्फ्रैण्ड-रेन्ट) प्रकाश उत्पन्न करने में सफल हुए। बुन्सन-ज्वाला द्वारा ऊष्मक (रिफ़ेक्टर) पदार्थों के तापन से उत्पन्न तापीय (इन्फ्रैण्ड-रेन्ट) का रोगनी के लिए प्रयोग करने का पहले भी प्रयत्न किया गया था, लेकिन इसमें दो कठिनाइयों का अनुभव हुआ

था। एक तो तप्त माध्यम का उपयोगी काल बहुत कम होता था, दूसरे दीप्ति बहुत न्यून होती थी। बेन्सन्वाष् के प्रारम्भिक दीपाधार भी कुछ बहुत अच्छे नहीं थे किन्तु कालान्तर में उनकी उत्तमता बड़ी और १८९२ के लगभग ९९% थोरिया और १% सीरिया का एक सतोपजनक योग तैयार किया गया, जिसमें उच्च दीप्ति प्राप्त होने लगी और साथ ही वह टिकाऊ भी थी। दीपाधारों का यह निबन्ध प्रायः आज तक अपरिवर्तित है। तापदीप्त प्रकाश में उत्तम रोशनी मिलने के कारण विद्युत्-प्रकाश के प्रचलन के बावजूद भी इस काम के लिए गैस की खपत जारी रही। इसके अनिश्चित दुस्सन-सिद्धान्त के प्रयोग में खाना पकाने अथवा गरम करने की अन्य विधाओं में गैस की प्रयुक्ति बढ़ गयी। आगे चलकर गैसप्रदाय का इधनभार (फुएल लोड) इतना बढ़ गया कि उसका प्रकाशभार अपेक्षाकृत नगण्य हो गया, क्योंकि यह प्रायः स्थिर रह गया अब कि इधनभार में सदा वृद्धि होती गयी। फलतः कार्बनीकरण विधा में विकाम करके गैस को ऊष्माक्षमता में विशेष उन्नति की गयी।

इस दिशा में अनुगामी विकासों का मुख्य ध्येय गैस की उपयोगिता को अधिकाधिक कुशल बनाने का रहा है। उदाहरणार्थ गैस-कूकरों के ज्वालकों तथा अन्य भागों की बनावट में उन्नति करके इधन-मितव्यय में विशेष कुशलता प्राप्त की गयी। गैस-अग्नि में विकीर्ण ऊष्मा (रेडियेंट हीट) के उन्मर्जन (एमिशन) के उच्च अनुपात के साथ साथ संचालन (वेण्टिलेशन) क्षमता बढ़ायी गयी है और अनुसंधानों द्वारा यह मित्र किया गया कि इस प्रकार के गैसदहन में कोई हानिकारक पदार्थ उत्पन्न होकर वायुमण्डल में नहीं फैलता। शीत उत्प्रेरक के आविष्कार में गैसतापन की कमी भी पूरी हो गयी और अब उसे जलाने के लिए बल से कोई युक्ति लगाने की आवश्यकता नहीं पड़ती, अर्थात् आधुनिक गैस-अग्नि में विद्युत्तापकों की भाँति स्विच की सहायता से ही जलायी-बुझायी जा सकती है।

प्रारम्भिक काल में रिटार्ट से निकली गैस के ठंडी होने पर जो टार प्रनाओं एवं मघनकों में जमा हो जाती थी, वह एक क्षेप्य पदार्थ मानी जाती थी और उसका हटाना फेंकना भी एक समस्या थी। किन्तु आज स्थिति बहुत भिन्न है क्योंकि अब वही जवाहित पदार्थ रासायनिक उद्योग की प्रायः सभी शाखाओं के लिए एक महत्त्वपूर्ण कच्चा माल बन गया है। गत एक पीढ़ी में कार्बनिक रसायन-उद्योग का जो विस्तृत प्रसार हुआ है उसमें कोलतार-मघटकों का विदोहन (एकमप्लायटेशन) एक मुख्य बात रही है। कोलतार के आसवन से अनेक प्राथमिक पदार्थ उत्पन्न होते हैं जिनमें से प्रत्येक का अपना अपना विशेष महत्त्व होता है। ये ही पदार्थ अनेक द्वितीयक उत्पत्तियों के निर्माण में प्रारम्भिक पदार्थ का भी काम देते हैं। बेन्जॉल इनमें से सबसे अधिक

वाष्पशील पदार्थ है, जो एक बड़ा मूल्यवान् मोटर-इंधन है क्योंकि इसके मिलाने से मिश्रणों में 'ऐण्टीनॉक' गुण आ जाता है। पिच कोलतार-आसवन का अन्तिम अव-  
शिष्ट है, जिसका प्रयोग कोल-ब्रिकेट्स बनाने में किया जाता है और त्रियोडोट  
का उपयोग डीजेल इंजनों के इंधन के रूप में होता है लेकिन इसका अधिक  
महत्वपूर्ण उपयोग लकड़ी के परिरक्षण का है, क्योंकि इसके छानने से लकड़ी के  
दाहूतारों, रेलवे के स्लीपरो, टेलीग्राफ के खम्भों इत्यादि का उपयोगी जीवन बहुत बढ़  
जाता है।

कोलतार का सर्वाधिक भाग सड़क बनाने के काम में आता है। इस काम के  
लिए पहले पहल जब तार का प्रयोग किया गया तब उसकी कोटिंग थकी उत्तम एवं  
सतोपजनक न थी। तार-लगी सड़कों के बगल से बहनेवाली नालियों के द्वारा जल-  
धारों का रूप धारण होने लगा, जिसके कारण मछलियाँ मरने लगी और मत्स्योद्योग को  
हानि होने लगी। किन्तु इस काम में प्रयुक्त होनेवाले तार की श्रेणी तथा जगके निबन्ध  
पर बड़ा रासायनिक नियंत्रण करके उपयुक्त कठिनाइयों का निवारण किया गया  
और आज की कोलतार की सड़कें सभी प्रकार से सतोपजनक होती हैं।

कोलतार-आसवन के अन्य उत्पादन रंगरेप, वार्निश एवं रबरनिर्माण में विला-  
यकों के रूप में प्रयुक्त होते हैं। इनका प्रयोग अपक्षालक (डिटर्जेंट्स) तथा विस्ने-  
हन (डिग्रीजिंग) निबन्धों में भी होता है।

कोलतार के प्राथमिक प्रभागों से निर्मित अथवा मशिल्लिट द्वितीयक उत्पत्तियों  
की विस्तृत चर्चा करना तो अनावश्यक जान पड़ता है, क्योंकि उनमें से प्रत्येक वर्ग  
ऐसे विशिष्ट रासायनिक उद्योगों के आधार है, जिनका विकास रासायनिक अनुसंधान  
के ही व्यावहारिक प्रयोग का प्रत्यक्ष फल है। जैसे रजक पदार्थों के उद्योग को ही  
लीजिए। इसका आज हमारे दैनिक जीवन के प्रायः सभी पहलुओं से घनिष्ठ सम्बन्ध  
है, यह सम्पूर्णतया कोलतार-उत्पत्तियों पर ही आधारित है। मुगनिधन पदार्थ,  
ग्रास पदार्थ, इमेन्स, औषध तथा प्रतिपूषिक (ऐण्टीमेटिक) सभी इसी कोलतार के,  
रासायनिक समस्कार के फल हैं; और यही कोलतार एक समय निरर्थक मानकर  
फेंक दिया जाता था। रबर-स्वरक (ऐन्थ्रोपरेटर), विशिष्ट विलायर, अपक्षालक  
(डिटर्जेंट्स) एवं शुष्क घावनकर्ता, मशिल्लिट टैनीन तथा फोटोग्राफी की रासाय-  
निक सामग्रियाँ इसी में प्राप्त की जाती हैं। यह सूची तो बैसे भी मरंपा अपूर्ण है

किन्तु उद्योगों के सुसज्जित अनुसन्धानों के फलस्वरूप ऐसे पदार्थों की सख्या दिन प्रति दिन बढ़ती ही जा रही है।

विस्फोटकों के निर्माण के मुख्य कच्चे पदार्थों के लिए भी टोलुइन और फिनॉल जैसे उन रासायनिक यौगिकों पर निर्भर रहना पड़ता है, जो कोलतार-आमवन तथा कोल-गैसधावन से प्राप्त होते हैं।

कोलतार रसायन की बहुफलदायिनी रीतियों की थोड़ी चर्चा के बाद रासायनिक संश्लेषण के उन नवीन विकारों का उल्लेख भी आवश्यक है, जिनका प्रादुर्भाव पिछले दो दशकों में हुआ है और जिनके फलस्वरूप अनेक नये-नये एवं उपयोगी रासायनिक उत्पादन प्रस्तुत किये जा सके हैं। इनके निर्माण में बड़े सरल यौगिकों को लेकर उनके छोटे-छोटे अणुओं के संघनन तथा पुरुभाजन से नवीन प्लास्टिकों तथा सश्लिष्ट रबर की जटिल शृंखलाएँ एवं जाल तैयार कर लिये जाते हैं। और इन सरल पदार्थों के लिए भी कोयले का ही आश्रय ग्रहण करना पड़ा है। लेविन्स्टीन का कथन है (Chem. and Ind., १९४४, P २२५) कि प्लास्टिक उद्योग के लिए कच्चे मालों का लगभग ७० % भाग कोयले से प्राप्त होता है।

सश्लिष्ट रेजीनों के निर्माण के लिए कोल गैस में इथीलीन, बेन्जीन और अमोनिया, कोक अमिन गैस तथा वाटर गैस से हाइड्रोजन, कोक से कैल्सियम कार्बाइड के द्वारा एसिटिलीन और टार से फिनाल इत्यादि सभी चीजें इंग्लैण्ड में तैयार कर ली जाती हैं, यद्यपि वहाँ खनिज तेलों का अभाव है। उसी प्रकार सश्लिष्ट रबर बनाने के लिए बूटाडीन भी बेन्जीन में तैयार की जाती है। एसिटिलीन, नियांप्रिन, स्टामरीन तथा रबर संश्लेषण के लिए आवश्यक अन्य यौगिक भी कोयले से व्युत्पन्न किये जा सकते हैं।

गत कुछ वर्षों में सीधे कोयले से द्रव इंधनों को तैयार करने में भी विशेष प्रगति हुई है। यह बड़ी जटिल रासायनिक समस्या है किन्तु विपुल धन और शक्ति लगाकर किये गये अनुसन्धानों के फलस्वरूप आखिर यह समस्या भी हल कर ली गयी। यद्यपि आर्थिक दृष्टि से यह प्राकृतिक खनिज तेलों का मुकाबला नहीं कर सकता-क्योंकि कोयले से मोटर स्प्रिट बनाने का खर्चा आयातित पेट्रोलियम स्प्रिट के दाम का तीन गुना पड़ता है। किन्तु राष्ट्रीय सुरक्षा एवं अपने को आत्मनिर्भर बनाने के प्रश्न ने इस प्रत्यक्ष आर्थिक हानि को मौल्य बना दिया तथा यूरोपीय राष्ट्रों को इस बात के लिए प्रेरित किया कि वे इस साधन को अपनाकर वायु, जल तथा स्थल के सभी परिवहन क्षेत्रों में पेट्रोलियम के आयात से अपने को मुक्त कर लें। इस प्रकार की सबसे बड़ी आवश्यकता जर्मनी में हुई, क्योंकि ब्रिटिश नौसेना के घेरे के कारण

विदेशों से तेल की उसकी उपलब्धि एकदम बन्द हो गयी, जब कि उसके पान और कोई प्राकृतिक स्रोत भी न था। इस स्थिति के परिणामस्वरूप इस समस्या का अधिकांश प्रारम्भिक कार्य जर्मनी में ही हुआ।

इंग्लैण्ड में उच्च और निम्न ताप कार्बनीकरण के उत्पादनों से उसके तेलप्रदाय में विशेष वृद्धि हुई। कोल गैस तथा कोक अंशों से प्राप्त अपरिष्कृत बेन्जॉल से प्रति वर्ष लगभग पाँच करोड़ गैलन मोटरस्फिरिट बनने लगी है, यह राशि सम्पूर्ण खपत की लगभग ४% है। निम्न ताप कार्बनीकरण में प्राप्त कुल स्फिरिट लगभग १० लाख गैलन ही होती है।

यदि कोयले को सीधे तेल के रूप में परिवर्तित करना हो तो उसकी बनावट की हाइड्रोजनमात्रा बढ़ाना ही मुख्य बात है। इसके लिए जर्मनी में १९१३ में 'बर्जियम विधा' के नाम से जो विधा विकसित हुई थी उसमें हाइड्रोजनन की यह क्रिया एक उत्प्रेरक की उपस्थिति में उच्च दाब और ताप में पूरी की जाती है। उस समय में जर्मनी में भूरे कोयले और भूरे कोलतार के हाइड्रोजनन पर बड़ा काम किया गया है, तथा इंग्लैण्ड में 'इम्पीरियल केमिकल इण्डस्ट्रीज' ने बिलिघम में एक मयत्र लगाकर बिटुमिनी कोयले एवं क्रियोजोट से प्रति वर्ष १५०,००० गैलन पेट्रोल तैयार करना प्रारम्भ किया।

इस विधा के लिए आवश्यक हाइड्रोजन स्वयं कोयले का एक उत्पादन है और कोक पर भाप की क्रिया से उत्पन्न की गयी वाटर गैस से प्राप्त होता है। वाटर गैस में मुख्यतः हाइड्रोजन और कार्बन मॉनोऑक्साइड होता है, और भाप के साथ इसको एक तप्त उत्प्रेरक के ऊपर से पार कराने से कार्बन डाइऑक्साइड तथा थोड़ा और हाइड्रोजन बन जाता है। इस मिश्रित गैस को सपीडित करके जल से धोया जाता है जिससे कार्बन डाइऑक्साइड निकल जाय और शेष हाइड्रोजन को और सपीडित करके उस पर २५० वायुमण्डल का दाब डाल दिया जाता है। इस विधा के लिए कोयले को पहले माफ कर लेना चाहिए जिससे उसकी भस्म-मात्रा यथासंभव कम हो जाय। तत्पश्चात् इसे पीस और बारीक चूर्ण बनाकर गुरु तेल के साथ उसका एक लेप तैयार कर लिया जाता है। इस लेप में उत्प्रेरक मिला कर उसे तप्त किया जाता और एक विशाल प्रतिक्रियापात्र में पम्प कर दिया जाता है। इस पात्र में सपीडित हाइड्रोजन रहता है और ४५०° से० ताप पर प्रतिक्रिया होती है जिसके फलस्वरूप गुरु तेल उत्पन्न होता है। अवशिष्ट भस्म तथा कुछ कार्बनीय पदार्थों में से गुरु तेल को निकालकर उसे जला दिया जाता है। गुरु तेल के द्वितीय हाइड्रोजनन से अपेक्षाकृत अधिक वाष्पशील तेल बनता है जिसे 'मध्य तेल' अर्थात् 'मिडिल ऑयल' कहते हैं। इस तेल

की वाष्प बनाकर अन्तिम बार हाइड्रोजन में उपचारित करने से पेट्रोल तैयार होता है। एक टन पेट्रोल तैयार करने के लिए लगभग डेढ़ टन कोयले का हाइड्रोजनन करना पड़ता है तथा हाइड्रोजन, भाप एवं शक्तिसंचार के लिए श्रुत किये गये कोयले को मिलाकर कुल ४-५ टन कोयला खर्च होता है।

कोयले में तेल तैयार करने की एक दूसरी प्रक्रिया है जिसे 'फिशर-ट्राप्स संश्लेषण' कहते हैं। इसका क्रियाकरण साधारण ताप पर होता है तथा वर्जियस विधा के समान यह खर्चीली एवं अधिक मूलवानी भी नहीं है, अतः अपेक्षाकृत अधिक सरलता से प्रयुक्त हो सकती है। इसका एक लाभ यह भी है कि इसमें निम्न श्रेणीवाले ईंधन भी इस्तेमाल किये जा सकते हैं क्योंकि इसकी प्रथम अवस्था में ईंधन पर वाटर गैस की प्रतिक्रिया से हाइड्रोजन और कार्बन मॉनोऑक्साइड का मिश्रण तैयार होता है। वाटर गैस में से गंधक योगिकों के निरसन के लिए एक उत्प्रेरक विधा काम में लानी जाती है तथा उसके एक भाग का अधिक भाग से उपचार करके उसमें हाइड्रोजन और कार्बन मॉनोऑक्साइड का २ : १ अनुपात कर दिया जाता है, क्योंकि 'संश्लेषण गैस' के लिए यही अनुपात उपयुक्त होता है। वायुमण्डलिक अथवा उससे तनिक ऊँचे दाब और २००° से० ताप पर इन मिश्रित गैसों को एक विशेष उत्प्रेरक के ऊपर से पार कराया जाता है। इस उपचार से हाइड्रोजनकार्बन वाष्प और भाप का एक मिश्रण उत्पन्न होता है। वाष्पों के सघनन एवं उद्घावन में उनका द्रवण हो जाता है और अवशेष गैस को या तो उत्प्रेरक पात्र में लौटा दिया जाता है या ईंधन के रूप में प्रयोग किया जाता है। इस प्रकार से तैयार किये गये तेल के शोधन के लिए भी प्राकृतिक पेट्रोलियम शोधन की रीतियाँ हो इस्तेमाल की जाती हैं।

उपर्युक्त विधा की हपरेखा वैसे तो काफी सरल है लेकिन उसके सफल क्रिया-कारण में बड़ी कठिनाइयाँ भी हैं। एक ऐसे उत्प्रेरक की आवश्यकता हुई जो गैसों के रूपान्तरण के लिए काफी सक्रिय एवं गतिक होने के साथ दीर्घकाल तक उपयोगी भी हो। गैसों में विद्यमान गंधक से उत्प्रेरक बहुत शीघ्र नष्ट हो जाता था, इसलिए ऐसी रीति निकालनी पड़ी जिसमें साधारण ऑक्साइड शोधकों की सहायता से हाइड्रोजन सल्फाइड के निस्सारण के बाद उसमें से कार्बनिक गंधक योगिकों को पूरी तरह से निकाला जा सके। इन कठिनाइयों का भी निवारण किया गया और महासुद्ध के कुछ ही पूर्व फिशर-ट्राप्स विधा में जर्मनी में प्रति वर्ष मातः करोड़ गैलन पेट्रोल तैयार किया जाने लगा। आवश्यकता पड़ने पर उत्पादन की गति और भी बढ़ायी जा सकती थी।



रसायनज्ञों के मध्यम से कोयला और उसके उत्पादनों के विघोहन<sup>१</sup> के अनेक रूप हो गये हैं। कोक की सक्रियता एवं उनके कुशल उपयोगसंबन्धी कार्य, निम्न ताप कार्बनीकरण का विकास, तथा स्वर्य कोयले की बनावट संबंधी कार्य इनके कुछ उदाहरण हैं। उपर्युक्त वर्णन से यह स्पष्ट है कि कोयले पर आधारित विंगल औद्योगिक मवन के निर्माण में रसायनविज्ञान का महान् योगदान है।

### ग्रंथसूची

- BONE W. A AND HENUS G. W. : *Coal, its Constitution and Uses*. Longmans, Green & Co, Ltd.
- BRAME, J S S, AND KING, J. G. : *Fuel, Solid, Liquid and Gaseous* Edward Arnold & Co.
- BUNBURY, H. M., AND DAVIDSON, A. : *Industrial Applications of Coal Tar Products*. Ernest Benn, Ltd.
- GRIFFITH, R. H. : *The Manufacture of Gas : Water Gas*. Ernest Benn, Ltd
- MEADE, A. : *New Modern Gas Works Practice*. Ernest Benn, Ltd.
- PORTER, H C. : *Coal Carbonisation* Reinhold Publishing Co.
- WARNES, A. R : *Coal Tar Distillation*. Ernest Benn, Ltd.

### अन्य गैसों

ए० ए० एल्लिज़, वी० एम-सी० (लन्दन), ए० के० सी०,  
एफ० बार० आर्द० सी०

गैस, द्रव्य का सबसे सरल रूप है और गैसों के विगुद वैज्ञानिक अनुशीलन से उन मार-भून सिद्धान्तों को समझने में असीम महायत्ना मिली है, जिन पर आज के वैज्ञानिक उद्योगों की समस्त रचना आधारित है।

‘गैस’ शब्द से हमारे मन में दो प्रक्रियाओं (फक्रमन) का भान होता है—एक

तो उमके दहन से प्राप्त सुखद गर्मी और सुन्दर प्रकाश का, और दूसरे मृत्यु और नाश का। किन्तु प्रस्तुत प्रमग में इन दोनों में से किसी की भी चर्चा नहीं की जायगी। कोल गैस, जिसका वर्णन 'कोयला' शीर्षक लेख में किया जा चुका है, केवल एक पदार्थ नहीं बल्कि अनेक गैसीय पदार्थों का मिश्रण है, जिसकी बनावट उसकी उत्पादनरीति के अनुसार भिन्न-भिन्न होती है। गैसीय पदार्थों में "सैनिफ गैसें" का भी उल्लेख न किया जायगा क्योंकि उनमें से बहुत सी तो गैस कही ही नहीं जा सकती तथा उन गैसों का भी, जिनका कोई औद्योगिक अथवा अन्य उपयोग नहीं होता, जिक्र करना निरर्थक है। यहाँ उन विगुद्ध गैसीय तत्त्वों एवं यौगिकों का उल्लेख किया गया है जिनका औद्योगिक प्रविधियों के विकास में विशिष्ट योगदान है।

'गैस' शब्द का प्रयोग वान हेल्माण्ट (१५७७—१६४४) नामक एक फ्लेमिश रसायनज्ञ ने किया था, संभवतः उन्होंने इसको ग्रीक शब्द 'केयास' से व्युत्पन्न किया था, यद्यपि कुछ लोग इसका सन्बन्ध जर्मन शब्द 'जीस्ट' से जोड़ते हैं। इस शब्द की व्युत्पत्ति चाहे जो भी हो लेकिन इसका मतलब उन पदार्थों में था जिन्हें न तो किसी पात्र में बन्द किया जा सकता था और न द्रष्टव्य बनाया जा सकता था। वान हेल्माण्ट ने अपनी इस परिभाषा में वायुमण्डलिक हवा एवं सरलता से सघनन योग्य वाष्पों की गणना नहीं की। इस विभेदकरण का विशेष महत्त्व था, क्योंकि पूर्वगामी कार्य-कर्त्ताओं ने गैसों में विविधता का अनुभव नहीं किया था, फलतः सभी हवाओं को समान प्रकृति की मानते थे। जब विविधत्व प्रयोगों और उनके तर्कयुक्त परिणाम में समन्वय किया जाने लगा तभी गैसों के उन विभिन्न गुणों का ज्ञान हुआ जिनका उद्योगों की अनेकानेक शाखाओं में व्यवहार किया गया।

गैसों का एकैकश वर्णन करने के पहले उनके सामान्य गुणों की विवेचना कर लेनी चाहिए, क्योंकि किसी भी गैस के बचाने, उन्मुक्त करने, धुलाने, बोतलों में बन्द करने, बेचने अथवा उसे घर या कारखाने में किसी प्रयोजन के लिए इस्तेमाल करने में इन गुणों का सदा ध्यान रखना आवश्यक है। भौतिकतया गैस, द्रव्य का सरलतम रूप है, अतः इसके आचरण के नियम अर्थात् 'गैस नियम' साद्रों एवं द्रवों के नियमों से कम जटिल होते हैं। दाब और ताप के प्रति गैसों के आचरण का सुतथ्य गणितीय ढंग से अभिव्यक्त किया जा सका है। कोई गैस आर्द्र होने की तुलना में दुष्कावस्था में कितना स्थान घेरेगी, तथा सपीडित अथवा शून्य दशा में उसका क्या आयतन होगा, तथा तप्त या शीत होने पर किस प्रकार आचरण करेगी, इन सबकी गणना करना काफी सरल काम है। यद्यपि इन नियमों के प्रवर्तकों के नाम इनके साथ ही हमारे मन में आ जाते हैं, लेकिन जब हम गैस बनाने अथवा उमके उपयोग की बात

सोचते हैं तब उनका ध्यान नहीं करते और न उनकी मेवाओं के महत्व को ही पूरी तरह समझते हैं। गैसों का उपयोग केवल उस मोटर इंजीनियर तक ही सीमित नहीं, जो उच्च दाब पर किसी बन्द स्थान में उत्पन्न गैसों से महत्तम कार्य कर लेना चाहता है, और न ही वह केवल विमानों और वायुयानों को बनाने या चलाने में उपयोगी है बल्कि उस ऋतुवैज्ञानिक का भी उससे सम्बन्ध होता है, जो वायु की गति, उसके ताप एवं आर्द्रता का अनुशीलन करता रहता है। वस्तुतः मानवकरयाण के लिए तथा मनुष्य की सुख-सुविधा बढ़ाने के निमित्त किसी भौतिक तथा रासायनिक कार्य में सलग्न कार्यकर्ताओं को गैसों का उपयोग करना पड़ता है।

गैस के ताप, दाब तथा उसके आयतन-सम्बन्धी नियम के प्रवर्तक रॉबर्ट बॉयल (१६२७—१६९१) थे। यह कॉक के प्रथम अर्ल के सातवें पुत्र थे। उनके नियम के अनुसार एक नियत ताप पर किसी गैस की स्थिर मात्रा का आयतन उस पर पड़े दाब के प्रतिलोमानुपाती (इन्वर्सली प्रोपोर्शनल) होता है। रॉबर्ट बॉयल ने सैद्धान्तिक विचार-विमर्श एवं पदार्थों की परीक्षा तथा उनके आचरणसम्बन्धी प्रयोगात्मक कार्यों के बीच उचित सम्बन्ध स्थापित करने पर बड़ा जोर दिया। इसका वैज्ञानिक ज्ञानार्थन पर इतना प्रभाव पड़ा कि उन्हें "आधुनिक रसायन का जनक" कहा जाने लगा। बॉयल नियम को बीजत  $p v = k$  के समीकरण से अभिव्यक्त किया जाता है, जिसमें नियतांक  $k$  का मान गैस की राशि, उसके ताप एवं  $p$  और  $v$  के मापन की इकाइयों पर निर्भर है। अनेक गैसों पर यथार्थ प्रयोग करके इस सरल नियम की सत्यता की जाँच करने पर यह पता चला कि यद्यपि यह मोटे तौर पर तो ठीक है, लेकिन अनेक दशाओं में गैसों का आचरण इस नियम से काफी विचलित हो जाता है। यदि दाब निम्न तथा गैस का ताप उसके द्रवणताप से काफी ऊँचा हो तो उसके गणित एवं अवलोकित आचरण का भेद प्रायः नगण्य होता है, लेकिन जब गैस अपेक्षाकृत बहुत शीत और अति संपीड़ित होती है तो उसके यथार्थ एवं गणित आचरण में बड़ा विभेद होता है। इसके प्रत्यक्षत दो कारण हैं, एक तो गैस के अणु स्वयं कुछ स्थान घेरते हैं और दूसरे वे क्षीणत एक दूसरे को आकृष्ट करते हैं। यह बॉयल-नियम का प्रतिवाद नहीं बल्कि उसकी सार्यकता सिद्ध करता है कि इन वाक्य वातों का शोधन कर देने के बाद यह नियम ताप और दाब की लम्बी सीमा के अन्दर गैसों और द्रवों पर अच्छी तरह लागू होता है। उपर्युक्त शोधन को नियम-आवद्ध करने का थ्येय वान डेर वाल (१८३७—१९२३) नामक एक डच भौतिकीविद को है। 'The Sceptical Chymist' (१६६१) नामक उनके विख्यात ग्रन्थ का उल्लेख किये बिना बॉयल का वर्णन पूरा नहीं हो सकता, उसमें उन्होंने 'तत्त्व' की लगभग वही परिभाषा लिखी है जो वर्तमान

समय में मान्य है। यह स्पष्ट करना भी आवश्यक है कि मैरियट ने, जिसका नाम कभी-कभी " $p v = k$ " की अभिव्यक्ति के साथ जोड़ा जाता है, काफी बाद में इसका जिक्र किया।

गरम या ठंडी की जाने पर सभी गैसों सामान्य सीमा तक फैलती अथवा आकुंचित होती है। जे० ए० सी० चान्स (१७४६—१८२३) नामक एक फ्रांसीसी भौतिकीविद ने उष्मीय परिवर्तनों से गैसों के आचरण-भेद के सम्बन्ध में एक नियम का प्रवर्तन किया था। उनका कथन है कि नियत दाब पर किसी गैस की स्थिर मात्रा का आयतन उसके 'परम' ताप (ऐम्ब्रोल्फ्ट टेम्परेचर) का अनुपाती होता है। 'परम ताप'—२७३° से० को शून्य मानकर मेण्टीग्रेड डिग्री में मापा गया ताप होता है। औद्योगिक व्यवहार की साधारण बातों में प्रयुक्त होनेवाले अन्य गैसीय नियमों के सम्बन्ध में अपने 'परमाणु सिद्धान्त' के लिए मुख्यान्तर्जाल डॉन डार्टन (१७६६—१८४४) तथा विलियम हेनरी (१७७४—१८३६) के नाम भी उल्लेखनीय हैं। हेनरी ने यह बताया कि जब कोई गैस किसी द्रव में विलीन होती है तो अवशोषित गैस की मात्रा द्रव के ऊपर पड़ रहे दाब की अनुपाती होती है। और डार्टन ने यह दिखाया कि किसी गैसीय मिश्रण का दाब एकैकस उसके सघटक गैसों के आंशिक (पार्श्व) दाब के सरल योग के बराबर होता है, आंशिक दाब का अर्थ उस दाब में है जो एक गैस अकेली उतने ही स्थान में डालती है। प्रस्तुत विषय के इस छोटे ब्रतान में भी इटालियन भौतिकीविद अमीडियो ऐकोगाटो (१७७६—१८५६) की दूरदर्शी परिकल्पना (हाइपोथिसिस) तथा उनके देशवासी स्टैनिसलाओ कैनिजारो (१८२६—१९१०) द्वारा उसकी प्रयुक्ति को श्रद्धाञ्जलि अर्पित करना परमावश्यक है। इस परिकल्पना से रामायनिक परमाणु-भागों की मारी प्रणाली तथा गैसों और उनकी प्रतिक्रियाओं के मात्रात्मक अध्ययन के महत्वपूर्ण आगणन बड़े सरल हो गये।

अब तक गैसों के उन मारभूत गुणों की समीक्षा की गयी है जो सभी गैसों में सामान्य हैं तथा जो उनकी रासायनिक प्रकृति एवं उनके निबन्ध (कपोजीशन) के पदार्थ से प्रभावित नहीं होते। इन गुणों का उल्लेख विशेष रूप से इसलिए किया गया है कि गैसों का काम करनेवाले उद्योगपतियों के लिए वैसीय मात्राओं को जानने के हेतु इनका ज्ञान बड़ा आवश्यक होता है। किन्तु उनके लिए यह जानना भी अनिवार्य है कि किन-किन परिस्थितियों में गैस की बनावट में परिवर्तन हो सकता है। ये परिवर्तन अकेली गैस में भी होते हैं तथा उनके अन्य पदार्थ के सम्पर्क में आने पर भी। जैसे वैज्ञानिक इतिहास के एक काल (ऐन्क्लेमिस्टों के काल) में विज्ञान का एकमात्र ध्येय पारस पत्थर ढूँढ निकालना था जिसे सभी निम्न धातुओं से सोना

बनाया जा सके और दूसरे काल में रसायनज्ञ लोग 'अमृत' की खोज में लगे हुए थे, उसी प्रकार बॉयल के समय से "न्युमैटिक रसायन" के युग का प्रारम्भ हुआ। उसी समय से गैसों का गहन रासायनिक अनुशीलन तथा उनके दहन और उस पर वायु-मण्डल के प्रभाव की परीक्षा प्रारम्भ हुई। इसी में जोसेफ प्रिस्टले (१७७३—१८०४) द्वारा ऑक्सीजन का आविष्कार, एल० ए० लवायजियर (१७४३—१७९४) द्वारा वायुमण्डल के योगदान का स्पष्टीकरण तथा रॉबर्ट बूक (१६३५—१७०३), जॉन मेयो (१६४३—१६७९), रेवेरेण्ड स्टिफेन हेल्स (१६७७—१७६१), हेनरी कैवेंडिश (१७३१—१८१०), मी० डल्लू० शीले (१७४२—१७८६) एवं मानव-जाति के कल्याण के लिए वैज्ञानिक अनुशीलन में सलमन अन्य कार्यकर्ताओं के अनुसन्धान शामिल हैं। यद्यपि वर्तमान समय में यह भी प्रत्यक्ष हो गया है कि जैसे अन्य उत्तम एवं लाभकारी कार्यकलापों का दुरुपयोग हुआ है उसी प्रकार दुष्टों द्वारा विज्ञान का भी निकृष्ट कार्यों में दुरुपयोग किया गया है। लेकिन एक मतुलित मन से विचार करने पर यह भी स्पष्ट हो जाता है कि वैज्ञानिक प्रवृत्ति ने आज की मानव सम्प्रदाय पर, प्रत्यक्षतः उसके पदार्थवादी पक्ष तथा परोक्षतः उसके अनेक कल्पनाशील पहलुओं पर जो अनुकूल प्रभाव डाला है, उसकी तुलना में उसका दुष्टप्रयोग प्रायः नगण्य है। इस कथन की सत्यता सुझात गैसों तथा उनके लाभों की समीक्षा करने से सिद्ध हो जायगी।

उन्नीसवीं शताब्दी के अन्तिम दशक तक वायु के अन्य सघटक गैसों का आविष्कार नहीं हुआ था, किन्तु उसी कालावधि में लार्ड रैले और सर विलियम रैमजे ने विविध स्रोतों से प्राप्त नाइट्रोजन का घनत्व निकालने के फलस्वरूप आर्गन (विदाउट एनर्जी अर्थात् ऊर्जा रहित) का एकलन किया। तत्पश्चात् मॉरिस ट्रैवर्स के सहयोग से रैमजे ने निम्नलिखित रासायनिक निष्क्रिय गैसों का आविष्कार किया—नियॉन (न्यू अर्थात् नया), हीलियम (सन अर्थात् सूर्य), क्रिप्टॉन (हिडेन अर्थात् गुप्त), तथा जेनन (स्ट्रेञ्जर अर्थात् अपरिचित)।

हीलियम—इसका प्रथम आविष्कार सूर्य से हुआ, यद्यपि वाणिज्यिक रूप से यह नैचुरल गैस से प्राप्त किया जाता है। समुक्त राज्य अमेरिका में यह वायुयानों की स्फीति (इन्फ्लेशन) के लिए इस्तेमाल किया जाता है। इस काम के लिए हाइड्रोजन की अपेक्षा इसका सबसे बड़ा लाभ यह है कि यह अज्वलनशील होता है। इसका दूसरा उपयोग नातिबुद्बुद रोग (कैमन डिजीज) की चिकित्सा में किया जाता है। हीलियम-ऑक्सीजन का मिश्रण जापू की अपेक्षा रक्त में कम शुक्तनशील होता है, इसके प्रयोग से उक्त रोग का घातक प्रभाव कम हो जाता है।

**आर्गन**—आर्गन द्रव-वायु से प्राप्त किया जाता है। न्यून दाब पर इस गैस से भरे विद्युत् दीपों के फिलामेण्ट निर्वात दीपों की अपेक्षा बिना काला पड़े उच्च ताप तक गरम किये जा सकते हैं। आर्गन के इसी गुण के फलस्वरूप “हाफ वाट” दीप बनाये जा सके हैं।

**नियॉन**—रामायनिकत संबंधा निष्क्रिय एवं स्थायी होते हुए भी नियॉन दीप्त विज्ञापन (लुमिनम ऐडवर्टाइजमेण्ट) का प्रतीक बन गया है, क्योंकि समस्त गैसों में से यह सर्वाधिक मरलता में विद्युत् प्रतिबल (स्ट्रेम) का प्रतिचार (रिस्पॉण्ड) करता है और एक चालन (कॉण्डक्टिंग) एवं दीप्त काय (लूमिनस बॉडी) बन जाता है।

**हाइड्रोजन**—जल से हाइड्रोजन बनाने की अनेक रीतियाँ हैं, लेकिन उनसे प्राप्त गैस की शुद्धता भिन्न-भिन्न होती है। इसलिए रीति-विशेष के चुनाव में अभिप्रेत प्रयोजन में हाइड्रोजन की आवश्यक शुद्धता का ध्यान रखना पड़ता है। यदि जे० ए० सी० चार्ल्स ने बेलूनो के लिए इस गैस का उपयोग न किया होता और फ्रिज हाबर (१८६८—१९३४) ने हाइड्रोजन और नाइट्रोजन के संश्लेषण में अमोनिया बनाने का आविष्कार न किया होता तो कदाचित् हाइड्रोजन की वर्तमान समय में इतनी बड़ी माँग न हुई होती। बेलूनों तथा वायुयानों के काम के लिए हाइड्रोजन तप्त लाल लोहे पर भाप की अथवा क्षेप्य धातुओं पर तनु अम्ल की क्रिया से तैयार कर लिया जाता है क्योंकि इसके लिए बहुत शुद्ध गैस की आवश्यकता नहीं होती। कभी-कभी इस काम के लिए हाइड्रोक्लिय (कैल्सियम हाइड्राइड) पर जल की क्रिया अथवा फेरोमिलिकॉन पर गरम दह सोडा विलयन की क्रिया से भी हाइड्रोजन बनाना अधिक सुविधाजनक होता है। १ घन मीटर हवा का भार १.२९ किलो होता है, किन्तु १ घन मीटर हाइड्रोजन का भार केवल ०.०९ किलो होता है, इस प्रकार हाइड्रोजन से भरे १ घन फुट बरिमा (स्पेस<sup>१</sup>) की उड़ानशक्ति १.२ किलो हांगी। हीलियम यद्यपि हाइड्रोजन से चार गुना भारी होता है, लेकिन उसमें हाइड्रोजन की ९/१० उड़ान शक्ति होती है और साथ ही उसमें आग लगने का खतरा भी नहीं होता। इसीलिए हाइड्रोजन के स्थान पर वायुयानों में हीलियम का प्रयोग होने लगा है। हाबर विधा में अमोनिया संश्लेषण के लिए हाइड्रोजन जल अथवा लवण-जल के विद्युदाशन<sup>२</sup> से अथवा वाटर-गैस से या जीवाणुओं की सहायता से प्राप्त किया जाता है। हाइड्रोजन बनाने की दूसरी विधा में, जो हाबर के सम्बन्धी, कार्ल बॉस के नाम में प्रसिद्ध है, भाप के माय हवा

<sup>१</sup> Space दिक् या देश, अन्तरिक्ष

<sup>२</sup> Electrolysis

मिला करके उसको दहकते कोक के ऊपर पार कराया जाता है, जिससे हाइड्रोजन, नाइट्रोजन और कार्बन मॉनोऑक्साइड का एक मिश्रण प्राप्त होता है। कार्बन मॉनो-ऑक्साइड उत्प्रेरक आक्सीकरण से विलेय कार्बन डाइऑक्साइड बनाकर उक्त मिश्रण में से उसका निरसन किया जाता है। हाइड्रोजन चाहे जिस तरीके से बनाया जाय, लेकिन उसमें ऐसी अशुद्धियाँ बिलकुल नहीं होनी चाहिए, जो उत्प्रेरक अथवा त्वरक की क्रिया को अवरोध करें।

वर्तमान समय में हाइड्रोजन का प्रयोग केवल नाइट्रोजन से अमोनिया बनाने के ही लिए नहीं बल्कि अनेक प्रकार की हाइड्रोजन विधाओं के लिए किया जाता है। कुछ वनस्पति द्रव तेलों को सूक्ष्मतः चूर्णित निकेल की उपस्थिति में हाइड्रोजनित करके ठोस वसा तैयार की जाने लगी है; इसका प्रयोग साबुन बनाने के लिए तथा भक्षण प्रतिस्थापक तैयार करने में किया जाता है। जब किसी उपयुक्त उत्प्रेरक की सहायता से पेट्रोलियम तथा कोयले का हाइड्रोजन किया जाता है तो उससे प्राप्त आभुत द्रव में लघु तेल की अधिकांश मात्रा होती है। कार्बन मॉनोऑक्साइड के साथ हाइड्रोजन के संश्लेषण से मिथिल ऐलकोहल बनाया जाने लगा है, पहले यह ऐलकोहल काष्ठ के भजक आसवन (डिस्टिलेटिव डिस्टिलेशन) से ही प्राप्त होता था। इन विनाश उद्योगों का विकास एवं वर्धन उन प्रयोगों के ही फल हैं जो प्रायः छोटी-छोटी प्रयोग-शालाओं में धैर्यपूर्वक बहुत समय तक बारबार किये गये हैं।

जब हाइड्रोजन की उपस्थिति में दो टम्सटन विद्युद्विश्लेषण (एलेक्ट्रोड) के बीच विद्युत् चाप (आर्क) जलता है तो हाइड्रोजन के कुछ अणुओं के क्षण्डन से उसके परमाणु बन जाते हैं। इस तथ्य का भी लाभ उठाकर हाइड्रोजन का एक और उत्तम प्रयोग किया गया है, अर्थात् अगर उपर्युक्त चाप के आरपार हाइड्रोजन की एक प्रसार (जेट) फूँकी जाय तो ऐसी प्रचण्ड ज्वाला उत्पन्न होती है जिसमें टम्सटन तथा अन्य उष्मसह (रिफ्रेक्टरी) धातुओं का बिना तल ऑक्सीकरण के ही द्रावण किया जा सकता है। हाइड्रोजन परमाणुओं के योग से अणु बनने से ही इतना प्रचण्ड ताप उत्पन्न होता है। इन युक्ति से बनाये गये उपकरण को 'परमाणु हाइड्रोजन फुँकनी' (एटमिक हाइड्रोजन ब्लोपाइप) कहते हैं।

ऑक्सीजन—आगे चलकर 'ऑक्सीजन' के नाम से संबोधित होनेवाली गैस के निर्माण की सर्वप्रथम घोषणा करने का श्रेय जोसेफ प्रीस्टले को है, जो उस समय (१७७४) लॉर्ड शेल्बर्न (कालान्तर में मार्क्विस् ऑफ़ लैन्सडाउन) के माहितिक सहयोगी थे। प्रीस्टले ने इस गैस को "डिफ्लॉजिस्टिकेटेड एयर" की सजा प्रदान की थी। इससे उक्त आविष्कारता द्वारा कल्पित उस 'दहन-सिद्धान्त' की विभ्रान्ति भासित

होती है, जो आगे चलकर उन्ही के अवलोकनों की सहायता से लवामयित्रियर द्वारा मिथ्या निरुद्ध किया गया। अब यह सर्वविदित है कि शीले ने इस गैस को प्रीस्ले से तीन वर्ष पूर्व बना लिया था और उसे "फायर एअर" अर्थात् अग्नि वायु का नाम दिया था, किन्तु इसकी घोषणा बाद में की गयी।

आजकल ऑक्सीजन एक वाणिज्यिक वस्तु है जो काले सिलिण्डरों में संपीडित रहती है। एक समय इसका निर्माण त्रिन की रासायनिक विधा में किया जाता था। इस विधा में दाब के परिवर्तन से तप्त बेरियम ऑक्साइड द्वारा वायुमण्डलिक हवा में से आक्सीजन का अवशोषण कराया और फिर उससे उसे मुक्त करा लिया जाता था। किन्तु आजकल यह द्रव वायु के प्रभाजिक उद्घाटन (फ्रैक्शनल इवैपोरेशन) से प्राप्त किया जाता है। जब संपीडित गैसों को एक सुति (जेट) के द्वारा नियंत्रित दशा में छोड़ा जाता है तो वे ठंडी हो जाती हैं क्योंकि ऊर्जा (एनर्जी) उन अणुओं के पृथक्करण में लग जाती है, जो संपीडित अवस्था में एक दूसरे को आकृष्ट किये रहते हैं। यह शीतल प्रभाव धीरे-धीरे पद प्रति पद उत्पन्न किया जाता है और अन्त में गैस का तरलन हो जाता है। द्रव वायु के औद्योगिक निर्माण की लिप्डे-हैम्पमन विधा गैसों के उपर्युक्त आचरण पर ही आधारित है। नाइट्रोजन का तरलन ऑक्सीजन की अपेक्षा अधिक कठिन है, फलतः द्रव वायु में से उबल कर वह शीघ्रता से उड़ भी जाता है और ऑक्सीजन एक नीले द्रव के रूप में खेप रह जाता है। कभी-कभी द्रव ऑक्सीजन को कार्बन और तेल से मिला कर उसे विनाशकारी विस्फोटक के रूप में प्रयुक्त किया जाता है। यद्यपि इसकी अधिकतम खपत स्वमन की सहायता के लिए चिकित्सीय प्रयोजनार्थ अथवा ऊँची उड़ानों के लिए होती है। इनके अतिरिक्त इसकी आवश्यकता आक्सी-एसिटिलीन ज्वाला के लिए होती है, जिसका ताप  $2,500^{\circ}$  से० होता है और जो धातुओं के मधान (वेल्डिंग) के लिए प्रयुक्त होती है। ऑक्सीजन को प्रबल प्रधार (जेट) के साथ यह ज्वाला इम्पाट के पट्टों का काटने के काम में भी आती है। आक्सी-कोल गैस तथा ऑक्सी-हाइड्रोजन धमनाह (ग्लो पाइप) भी बहुधा उन्तेमाल किये जाते हैं।

ओजोन—द्रव ऑक्सीजन को ऐसे स्नान में पारित किया जाता है जिसमें से होकर मूक विद्युत् विसर्जन (साइलेण्ट एलेक्ट्रिक डिस्चार्ज) पार कर रहा हो, तो उसमें से कुछ गैस ऐंगो रूप धारण कर लेती है, जिसमें एक विचित्र गन्ध हाती है और जिसमें सुस्पष्ट भौतिक एवं रासायनिक गुण आ जाते हैं। वस्तुतः यह ऑक्सीजन का ही एक अपरूप (एलोट्रोपी) है, जिसे 'ओजोन' कहते हैं। यह ओजोनित ऑक्सीजन एक बड़ा सक्रिय ऑक्सीकर्ता है, जिसका प्रयोग कागज की लुगदी, हाथी-



दांत और आंटे के विरंजन तथा जल-प्रदायों के जीवाणुहृन्तन (स्टेरीलाइजेशन) के लिए होता है। इसका उपयोग नूमिथ्य रेलवें प्रणाली के संवातन (वेण्टिलेशन) के लिए भी किया जाता है। लवण तेल से वैनिरीन बनाने के लिए भी ओजोन का प्रयोग होता है। वैनिरीन वैनिन्डा का एक मुगन्धयुक्त बहुमूल्य मधुटक है, जिनकी अपेक्षा लवण तेल काफी मम्ता होता है। बलभी के तेल से ग्लिनोलियम बनाना आक्सीकरण बिना का ही रूप है और इसके लिए भी ओजोन काफी प्रभावी मिद्ध हुआ है।

**करोरीन**—ग्रीसिंग पाउडर की गन्ध में परिचित कोई भी व्यक्ति करोरीन की गन्ध पहचान सकता है। यह एक पीत-हरित गैस होती है और घुमाने बूने पर इसी की बिना के फलस्वरूप 'ग्रीसिंग पाउडर' अबका 'करोराइट ऑफ़ लाइम' बनता है। करोरीन स्वयं धार-निर्माण में लवण-जल के विद्युदांगन (एलेक्ट्रोलाइसिस) अथवा हाइड्रोकार्बिक अम्ल के रासायनिक ऑक्सीकरण में उत्पन्न होती है। यह एक बड़ा मूल्य विरंजनकारक है, लेकिन अगर कपड़ों को इसके सम्पर्क में अधिक समय तक छोड़ दिया जाय तो उनका नान भी हो जाता है, इसीलिए इसकी अधिक मात्रा को सोडियम थायोसल्फेट (फोटोग्राफरों का 'हाइपो') जैसे 'प्रति करोर' के प्रयोग में निरमित कर दिया जाता है। कागज-निर्माण में पौधों के रेशों के पृथक्करण के लिए भी करोरीन का उपयोग किया जाता है। रोगाणुनाशन के लिए तो यह गैस काफी प्रसिद्ध है। आजकल पेय जल के करोरीनीकरण में सभी परिचित हैं, एतदर्थ या तो हममें ग्रीसिंग पाउडर डाल दिया जाता है अथवा मरोडिड करोरीन मरे मिलिटरी में से शुद्ध गैस की उपयुक्त मात्रा जल में निरन्तर मिलायी जाती है। करोरीन के औद्योगिक उपयोग के दो और उदाहरण भी हैं, एक कार्बोनिल करोराइट अर्थात् 'फॉन्डीन' जो रजक पदार्थों एवं मूक रत्नद्रव्यों के निर्माण में अन्त म्ध का काम करता है और दूसरा मल्कर करोराइट जो खर के क्लवनीकरण के लिए प्रयुक्त होता है। क्षेप्य टिन पट्टों की कलाई ठगारने के लिए भी करोरीन इस्तेमाल की जाती है। इस बिना में टिन के वाष्पमाल योगिक का आसवन होता है। प्रमीन्ड (नारकोटिक) करोरल तथा निरंवेतक (ऐनेस्थेटिक) करोरोराम भी इसी के उत्पादन हैं, चिकित्सा में जिनका अत्यधिक महत्त्व है।

**हाइड्रोजन करोराइट**—जमक-जैसा कोई करोराइट अब सांद्रित मलमूरिक अम्ल के साथ कृत किया जाता है तब घुमायमान अम्ल गैस के रूप में हाइड्रोजन करोराइट निकलता है। इसके जर्तीय विलयन को धातुओं को साफ करने के लिए इस्तेमाल किया जाता है। परलु मुख्तः यह गैस करोरीन के स्रोत के रूप में महत्त्वपूर्ण मानी जाती है।

**हाइड्रोजन फ्लुओराइड**—फ्लुओरोस्फार से प्राप्त होता है, यह भी एक अम्ल गैस है। काँच एवं वायू-जैसे सिलिकामय पदार्थों पर आक्रमण करना इसका विशेष गुण है। इसीलिए काँच के निक्षारण<sup>१</sup> तथा धातु की छली वस्तुओं पर से वाज़ू हटाने के लिए इसका प्रयोग किया जाता है। इसके जलीय विलयन को मोम, सीस अथवा खर को बोतलों में रखना पड़ता है।

**अमोनिया**—कृषि बड़ा पुराना और महत्त्वपूर्ण उद्योग है, जिसमें गैस कारखानों, कोक भट्टियों तथा नाइट्रोजन स्थिरीकरण की हावर बिथा इत्यादि में उत्पन्न अमोनियम सल्फेट की भारी खपत होती है। नाइट्रोजन के स्थिरीकरण से प्राप्त अमोनिया का प्लैटिनम की उपस्थिति में वायु से ऑक्सीकरण करके नाइट्रोजन डाइऑक्साइड बनता है जिसे पानी में विलीन करने से नाइट्रिक अम्ल तैयार हो जाता है। नाइट्रिक अम्ल का उपयोग रजक, भेषज एवं विस्फोटक बनाने में बहुतायत से होता है। सार-भूत रस द्रव्य, सल्फ्यूरिक अम्ल के निर्माण में भी पुराने नाइट्रपात्रों के उत्पादनो के स्थान पर अब इन्हीं नाइट्रस गैसों का प्रयोग होने लगा है। प्रशीतन (रेफ्रिजरेटिंग) संयंत्रों में अमोनिया का काफी इस्तेमाल होता है। सपीडन द्वारा इस गैस का बड़ी सरलता से तरलन हो जाता है, और द्रव अमोनिया को निम्न दाब पर विस्तारोद्-वाग्मित<sup>२</sup> करने से ताप एकदम कम हो जाता है। अमोनिया, हाइड्रोजन और नाइट्रोजन दोनों का बड़ा सस्ता और परिवहन योग्य स्रोत है, उपर्युक्त गैसों में अमोनिया का क्रमशः उत्प्रेरक विच्छेदन अथवा नियंत्रित दहन करके प्राप्त की जा सकती है। जल-प्रक्षयो में क्लोरीन के साथ अमोनिया का भी प्रयोग किया जाता है, इससे जल का दुस्स्वाद ठीक हो जाता है। खर के बल्कनीकरण में अमोनिया एक खरक के रूप में भी प्रयुक्त होता है।

**नाइट्रिक ऑक्साइड**—सल्फ्यूरिक अम्ल बनाने की मीसकक्ष बिथा (लेड चेम्बर प्रोसेस) में नाइट्रिक ऑक्साइड का मुख्य औद्योगिक उपयोग होता है। यह एक रंगहीन गैस है, किन्तु इसके दैहिक (फिजियोलोजिकल) गुणों का पता नहीं है क्योंकि वायु से सम्पर्क होने पर इसका ऑक्सीजन से तुरन्त मयोजन हो जाता है और एक विपाकन, भूरी गैस, नाइट्रोजन टेट्राक्साइड अथवा नाइट्रोजन डाइक्साइड उत्पन्न हो जाती है। दूसरी ओर जपनी इसी प्रतिक्रिया के कारण सल्फर डाइऑक्साइड और ऑक्सीजन के बीच यह एक उत्प्रेरक का काम करके सल्फ्यूरिक अम्ल तैयार करने में

बड़ा महत्वपूर्ण कार्यभाग पूरा करता है। यद्यपि इस विधा की उत्प्रेरक क्रिया का पूर्ण स्पष्टीकरण हुआ नहीं माना जाता, फिर भी इससे नाइट्रिक ऑक्साइड की उपयोगिता में कोई अन्तर नहीं पड़ता। अकेले ग्रेट ब्रिटेन में प्रतिवर्ष दस लाख टन सल्फ्यूरिक अम्ल तैयार होता है, जिसमें से लगभग तीन-चौथाई नाइट्रिक ऑक्साइड—नाइट्रोजन पराक्साइड, प्रतिक्रिया के ही आधार पर बनता है।

**नाइट्रस ऑक्साइड**—इस गैस का औद्योगिक योगदान प्रायः नगण्य है, किन्तु दन्त-चिकित्सा में दुखते दाँत को बिना पीड़ा के उखाड़ने में एक निश्चेतक के रूप में इसके उपयोग की उपेक्षा भी नहीं की जा सकती। प्रसव वेदना के शमन में नाइट्रिक ऑक्साइड का एक वेदनाहर<sup>१</sup> के रूप में अच्छा स्थान है। इस प्रकार औद्योगिक मानव-शक्ति में इसका परोक्ष योगदान तो माना ही जाना चाहिए।

**सल्फर डाइऑक्साइड**—रोगाणु-नाशन के लिए जब गंधक जलाया जाता है तो उत्पन्न धूम में मुख्यतः सल्फर डाइऑक्साइड होता है, जो एक तीखी गंधवाली तथा श्वासरोधी गैस है। इलेक्ट्रिक सिल्ली (म्यूकस मेम्ब्रेन) पर भी इस गैस की विविध सतापक (इरीटेटिंग) क्रिया होती है। धातुकर्मिक क्रियाओं में घराब ग्लेन्डे-जैसे सल्फाइड अयस्को (ओर्स) के भूजने (रोस्टिंग) से भी यह गैस उत्पन्न होती है, लौह माशिक<sup>२</sup> तो इसका प्रधान स्रोत ही है। इसके ऑक्सीकरण से सल्फ्यूरिक अम्ल उत्पन्न किया जाता है और इस काम के लिए इसकी ब्याप्त आवश्यकता होती है। सल्फ्यूरिक अम्ल उत्पादन की एक विधा (प्रक्रिया) का उल्लेख किया जा चुका है, जिसमें नाइट्रिक ऑक्साइड का प्रयोग होता है, दूसरी विधा में सल्फर डाइऑक्साइड और अमोनो-जन को तप्त प्लैटिनम अथवा वैनेडियम सिलिकेट के ऊपर से पार कराने से सल्फर ट्राइऑक्साइड उत्पन्न होता है जिसे सल्फ्यूरिक अम्ल में विच्छेद करने से 'ओलियम' कहलानेवाला घुमायमान (प्यूमिंग) सल्फ्यूरिक अम्ल प्राप्त होता है। क्लोरीन से नष्ट होनेवाली वस्तुओं के लिए सल्फर डाइऑक्साइड विरजक का भी काम करता है, माय ही एक प्रति-क्लोरे<sup>३</sup> के रूप में विरजित वस्तुओं में से अतिरिक्त क्लोरीन का निरसन भी करता है। जैम, सूखे फल, चटनी, विअर, शराब इत्यादि के परीक्षण के लिए भी सल्फर डाइऑक्साइड का प्रयोग किया जाता है, लेकिन शर्लैण्ड में इसके प्रयोग करने के विविष्ट नियम हैं जिनके अनुसार किसी साद्य पदार्थ में इसका अनुपात एक सीमा से अधिक नहीं हो सकता। अमोनिया की भाँति इस गैस का भी

<sup>१</sup> Analgesic<sup>२</sup> Ironpyrites<sup>३</sup> Anti-chlor

तरलन सरलता से हो जाता है तथा विस्तारोद्वाष्पन में पर्याप्त उष्मा का अवशोषण करके यह प्रशीतन प्रभाव उत्पन्न करती है। रेजीनो और मोमो के विलायक के रूप में भी यह द्रव उपयोगी होता है।

**कार्बन मॉनोऑक्साइड**—प्रोड्यूसर गैस तथा वाटर गैस-जैसे गैसीय ईंधनों में कार्बन मॉनोऑक्साइड प्रमुख संघटक होता है। तापदीप्त कोक के ऊपर वायु संचारित करके प्रोड्यूसर गैस तैयार की जाती है, जिसमें कार्बन मॉनोऑक्साइड और हाइड्रोजन मिश्रित होते हैं। और वाटर गैस बनाने के लिए श्वेत-तप्त कोक पर से भाप पार करायी जाती है, इसमें कार्बन मॉनोऑक्साइड और हाइड्रोजन का मिश्रण होता है। पहली विधा में उष्मा का विकास तथा दूसरी में उष्मा का तनिक अवशोषण होता है, अतः अक्सर इन दोनों विधाओं को एक साथ चलाकर सेमी-वाटर गैस तैयार की जाने लगी है। वाटर गैस के संघटको का उष्मीय मान (कैलोरीफिक वैल्यू) बहुत अधिक होता है, जिसमें वे उत्तम ईंधन का काम देते हैं, लेकिन इसके अलावा किसी उत्प्रेरक की उपस्थिति में उच्च दाब से उनकी प्रतिक्रिया कराकर मिथिल ऐलकोहॉल (मिथेनॉल) उत्पन्न किया जाता है। मिथेनॉल उड-स्फिरिट का मुख्य संघटक होता था। ऐलकोहॉल में इसी को डाल कर उसे अपेय बनाया जाता है, इसी-लिए उसे "मिथिलीयित स्फिरिट" कहते हैं। अनेक कार्बनिक रसद्रव्यों के निर्माण में भी मिथिल ऐलकोहॉल का महत्वपूर्ण प्रयोग होता है। वह सौंड़ा विलयन पर उच्च दाब में कार्बन मॉनोऑक्साइड की प्रतिक्रिया से सोडियम फॉर्मेट उत्पन्न होता है। यह लवण कार्बनिक तथा अकार्बनिक रसायन के बीच की मुन्तर कड़ी है। निकेल के धातुकर्म में भी कार्बन मॉनोऑक्साइड का विशिष्ट उपयोग होता है। अपरिष्कृत धातु को इस गैस के साथ जब जल के क्वथनांक के नीचे गरम किया जाता है तो वह गैस के साथ मयुक्त होकर एक विलायक वाष्प के रूप में कार्बोनिल क्लोराइड बन जाता है, जिसका आमदन कर लिया जाता है। इस पदार्थ का उच्च ताप पर पुनः गरम करने से कार्बन मॉनोऑक्साइड तथा विशुद्ध निकेल प्राप्त होता है।

**कार्बन डाइऑक्साइड**—यह गैस पत्थर का चूना जलाने से बनती है, वायु के आधिक्य में कोक को जलाने में भी यह उत्पन्न की जाती है। यवासवनियों (बूझ-रीज) की किष्पन विधा में भी कार्बन डाइऑक्साइड गैस प्रचुर मात्रा में उत्पन्न होती है और वहाँ तो केवल उसे एकत्र करने मात्र का ही प्रश्न होता है। यह गैस दाब में विशेष रूप से जल-विलेय है तथा मपीटन से इसका तरलन भी सरलता से होता है। इसके शोधन में इन्हीं गुणों का लाभ उठाया जाता है। सिलिण्डरों में से छोड़े जाने पर द्रव गैस बड़ी शीघ्रता से उद्वाष्पित होती है जिससे उसका अतिशीतन (सूपर

कॉलिंग) होने से उसका एक भाग जमकर हिम बन जाता है, इसे "सूखी बर्फ" अथवा "ट्रिकोल्ड" कहते हैं और प्रचीतन (रेफ्रिजरेशन) कार्यों के लिए इसका बड़ा व्यापक प्रयोग होता है। खाद्य पदार्थों का सड़ना या खराब होना भी इससे रक जाता है, क्योंकि इसके प्रयोग से एक तो पदार्थों का ताप बहुत कम हो जाता है दूसरे उनके चारों ओर कार्बन डाइऑक्साइड का ऐसा वातावरण बन जाता है जिसमें जीवाणुओं का वर्धन संभव नहीं होता। इस "सूखी बर्फ" (ड्राई आइस) के आविष्कार का श्रेय टामस ऐण्ड्रूज (१८१३—१८८५) नामक एक आयरिश सज्जन को है, जिन्होंने तीनों अवस्थाओं (ठोस, द्रव और गैस) में कार्बन डाइऑक्साइड के गुणों का विशेष अध्ययन करके इस घमत्कार को मूर्त किया। "ट्रिकोल्ड" (सूखी बर्फ) के प्रयोग ने नाशवात् खाद्य पदार्थों के सग्रहण एवं परिवहन में सचमुच एक क्रान्ति उत्पन्न कर दी। और इसी क्रान्ति का परिणाम है कि दिसम्बर के महीने में भी लोगों को ताजी-ताजी स्ट्रावैरी मिल सकती है। वातित पेयों के बनाने में भी कार्बन डाइऑक्साइड का काफी प्रयोग होता है तथा ह्वाइट लेड बनाने में भी। कुछ प्रकार के दमकलों की कार्यक्षमता इसी गैस पर निर्भर होती है क्योंकि कार्बन डाइऑक्साइड से आग बड़ी जल्दी बुझ जाती है।

**मिथेन**—मिथेन को 'भारा गैस' अथवा 'फायर गैस' भी कहते हैं। यह नेचुरल गैस का मुख्य सघटक है, जिसके दहन से शक्ति प्राप्त होती है। औद्योगिक क्षेत्रों में सेल्युलोसीय पदार्थों के जीवाणविक किण्वन से यह हाइड्रोजन उत्पन्न होता है। इस प्राकृतिक प्रतिक्रिया से लाभ उठा करके आजकल रासायनिक मिथेन का उत्पादन किया जाता है।

**इथिलीन**—एलकोहॉल के विजलीयन (डिहाइड्रेशन) से इथिलीन बनती है। अर्ध परिपक्व फलों के रंग बढ़ाने के लिए इस गैस का प्रयोग होता है, किन्तु इसके साथ क्लोरीन और ब्रोमीन के संयोजन से प्राप्त द्रवों का अधिक महत्वपूर्ण उपयोग है। इथिलीन डाइक्लोराइड का इस्तेमाल शुष्क धावन (ड्राई क्लीनिंग) के लिए भी किया जाता है। जल के साथ गरम करने पर इससे ग्लाइकोल उत्पन्न होता है जो एक 'प्रति-हिम' है। अभिहनन (नॉक) को बढ़ाने के लिए पेट्रोल में प्रायः मिलायी जानेवाली "इथिल पलुइड" का मुख्य सघटक इथिलीन डाइब्रोमाइड होता है।

**एसेटिलीन**—चालीस वर्ष पूर्व एसेटिलीन का रोशनी करने के लिए बहुत प्रयोग

होता था, किन्तु आजकल इसका मुख्य उपयोग ऑक्सी-एमेटिलीन ज्वाला में होता है जिनसे धातुओं को काटने और जोड़ने का काम सरलता से किया जाता है। इसके अनिरिक्त अनेक कार्वनिक यौगिकों—मुख्यतः एमेटिक अम्ल और एमिटोन के निर्माण में एसिटिलीन प्रारम्भिक पदार्थ होता है। एसिटेट रेसम तथा एसिटेट फ़िक्म उद्योगों में एसिटिक अम्ल की काफी खपत होती है। एसिटोन एक उत्तम विलायक भी है।

**हाइड्रोजन सायनाइड तथा इथिलीन ऑक्साइड**—ये दोनों बड़ी विषाक्त गैसें हैं, जिनका ख़ास पदार्थों एवं तम्बाकू के मग्नहण के लिए धूमक (प्यूमिंगट्स) के रूप में व्यापक प्रयोग होना है। आधुनिक जीवन में खाद्य पदार्थों का यान्त्रिक बड़ी दूर-दूर तक होता है और उन्हें बड़े लम्बे समय तक मग्नहीत करना पड़ता है। इनमें अनाज, सुखाये फल, तम्बाकू के साथ-साथ 'मग्रा' अर्थात् क्षीरी (एक प्रकार के पौधों का मीठा उत्सवेद) जैसी वस्तु भी होती है जिसे यदि दिन भर भी यों ही रख दिया जाय तो शाम तक उनमें कीड़े पड़ जायें और दुर्गन्ध आने लगे। धन-धान्य की हानि करने में मृगों, पतंगों, बालमों और कीड़े-मकोड़ों का बड़ा हाथ होता है। हाल में रसायनज्ञों और जैविकीविदों ने परस्पर सहयोग से धूमकों के प्रति इन कीड़ों की आयाहिता (सिम्प्टिविलिटी) का अध्ययन किया, और इनके नाशनाश प्रस्तुत गैसों सर्वोत्तम प्रभावी सिद्ध हुईं। लेकिन इस अभियान में गैसों का चुनाव बड़ी महत्वपूर्ण बात है क्योंकि एक ओर उन्हें कीड़ों के प्रति प्रभावी रूप से विषालु होना चाहिए और दूसरी ओर वस्तुओं और पदार्थों पर कोई अवाञ्छित प्रभाव न उत्पन्न करना चाहिए। एतदर्थ इन गैसों के विवरण (डिफ्यूजन) प्रवेशन, ज्वलनशीलता, उत्पादन, वानगी-कारण तथा विश्लेषण सम्बन्धी अन्वेषण करना आवश्यक था। हाइड्रोजन सायनाइड यद्यपि कीड़ों को मारने के लिए अत्यन्त प्रभावी है और तदर्थ उसका व्यापक प्रयोग भी होता है, लेकिन उसका इस्तेमाल करना बड़ा भयानक है क्योंकि वह मानव जाति के लिए भी बड़ी विषाक्त गैस है। इथिलीन ऑक्साइड कीड़ों मकोड़ों के लिए विषालु होते हुए भी मनुष्यों के लिए कम विषाक्त है, लेकिन ज्वलनशीलता उसकी बड़ी कमी है। इसी प्रकार कार्बन डाइ सल्फाइड वाष्प भी इस प्रयोजन के लिए काफी इस्तेमाल होता है, लेकिन यह भी बड़े भयंकर रूप में ज्वलनशील है। इथिलीन क्लोराइड और कार्बन टेट्राक्लोराइड यद्यपि सफलतापूर्वक प्रयुक्त होते हैं, लेकिन सामान्य प्रयोग के लिए बड़े भंडार होते हैं।

रसायनिक पदार्थों के व्यावहारिक प्रयोग में रसायनज्ञों के बहुमुखी कार्यकलाप हैं। ऐसे पदार्थों को बनाकर पहले बहुत काल तक उनके गुणों का अध्ययन किया

जाता है और अन्त में जब किसी विशिष्ट औद्योगिक प्रयोग के लिए उनकी प्रस्तावना होती है तो उनके सबन्धित गुणों एवं प्रतिक्रियाओं की पुनः परीक्षा करने के लिए रसायनज्ञों की आवश्यकता पड़ती है। विभिन्नों के विलोपन, विघातों की सुलभता एवं सयंत्रों और प्रविधियों सम्बन्धी समस्याओं को हल करना ही कदाचित् इस प्रकार के पुनरवलोकन का अभिप्राय होता है। रसायनज्ञों को निर्माण की मूल विधाओं में कभी कभी आमूल परिवर्तन करना पड़ता है जिससे अधिक शुद्ध एवं सस्ते पदार्थ उत्पन्न किये जा सकें, इसके अलावा निर्माण की विविध क्रियाओं के सतत नियन्त्रण के लिए उनकी निरन्तर आवश्यकता होती है। उन्हें परिस्थितियों के अनुकूल विश्लेषण की रीतियाँ भी निकालनी पड़ती हैं।

प्रस्तुत लेख में मानव की व्यापक और बहुगुणी सेवा में लगनेवाली रीसों का वर्णन किया गया है। इनके विकास एवं उत्पादन में रसायनविज्ञान ने जो योगदान किया है वह भी स्पष्ट है। इस विज्ञान के अनुशीलन से उद्योगों को नये-नये गुणों और नयी-नयी उपयोगितावाली वस्तुएँ निरन्तर प्राप्त होती रहती हैं। इतना ही नहीं, प्रत्येक पद पर उनके प्रभावी प्रयोग का दिग्दर्शन कराना तथा उसकी प्रतिभूति प्रदान करना भी रसायन-विज्ञान का ही काम है।

### ग्रंथ-सूची

- HOWE, H E *Chemistry in Industry*. Chemical Foundation Inc.  
 MELLORE, J W. *A Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry*. Longmans, Green & Co., Ltd  
 MORGAN, SIR G. T., AND PRATT, D. D *British Chemical Industry*. Edward Arnold & Co.  
 PARTINGTON, J R. *A Short History of Chemistry*. Macmillan & Co., Ltd  
 PARTINGTON, J. R., AND PARKER, I. H *The Nitrogen Industry* Constable & Co., Ltd.  
 TEED, P. L *The Chemistry and Manufacture of Hydrogen*. Edward Arnold & Co  
*Text Book of Inorganic Chemistry*. Edited by J N Friend. Charles Griffin & Co., Ltd.

## खनिज तेल

## पेट्रोलियम, गेल तेल, स्नेहक

ए० ई० डन्स्टन, डी० एस०मो० (लन्दन), एफ० आर० आई० मो०

प्रस्तुत ग्रन्थ में उद्योगों में रसायनज्ञों के कार्यभाग का ही विविष्ट उल्लेख है, अतः तेल की खोज में भौमिकीय (जियोर्गॅनिकल) एवं भूभौतिकीय (जियोफिजिकल) रीतिधर्मों, तेलोत्पादन के लिए कूपों की खोदाई और उनमें से तेल निकालने एवं लम्बे-लम्बे पाइपों द्वारा अपरिष्कृत तेल को परिष्करणियों (रिफाइनरी) तक ले जाने का विशेष वर्णन करने की आवश्यकता नहीं है। किन्तु यह बताना आवश्यक है कि इन सब कार्यों में रसायनज्ञों का भी उनका ही महत्त्व है जितना इस्पात एवं मिश्रधातुओं की योगरचना के लिए किसी धातुकर्मज्ञ का अथवा कूयदाव (वेल् प्रेशर) को सहन करने योग्य ध्वज-यक (टुर्बिलिंग मश) के उत्पादन तथा कूपों को माफ करके उसके तल पर स्तर चढ़ाने के लिए कलिल-वैज्ञानिक का। इसके अनिरिक्त तेल क्षेत्रों एवं परिष्करणियों के कर्मियों की स्वास्थ्य-रक्षा का भी काफी भार रसायनज्ञों के ऊपर होता है क्योंकि जल-शोधन एवं खाद्य-विश्लेषण का उत्तरदायित्व उन्हीं के ऊपर होता है और इस अर्थ में वह चिकित्सकों के दाहिने हाथ माने जाते हैं।

१९३८ तक के प्राप्त प्रामाणिक आँकड़ों से ज्ञात होना है कि मसार का कुल पेट्रोलियम उत्पादन २७ करोड़ टन था। उनके मुख्य-मुख्य स्रोत निम्नलिखित हैं—

यू० एस० ए०	.. ..	१६४,०००,००० टन
यू० एस० एस० आर०	. . .	२९,०००,००० टन
वेनेजुएला	. . .	२८,०००,००० टन
ईरान	.. .	१०,०००,००० टन
उब ईस्ट इण्डो	. . .	७,०००,००० टन

तेल की इस बड़ी राशि के साथ-साथ ३,५००,०००,०००,००० घनफुट गैस (निम्न पाराफिन हाइड्रो कार्बन) भी लगी हुई है। गैस की इस विमान मात्रा में से १९३८ में केवल समुक्त राज्य अमेरिकामें ही १५०,०००,००० घनफुट तरलित ब्यूटेन और प्रोपेन का निर्यात हुआ था। खनिज तेलों की आनुषंगिक गैमें इस प्रकार है—मीथेन ( $CH_4$ ), ईथेन ( $C_2H_6$ ), प्रोपेन ( $C_3H_8$ ) तथा नार्पेन एवं नाडमो ब्यूटेन ( $C_4H_{10}$ )। इनके साथ-साथ न्यून मात्रा में पेंटेन ( $C_5H_{12}$ ) तथा हेक्जेन ( $C_6H_{14}$ ) भी होते हैं। तेल से गैस अलग करने के लिए उच्च दाब



पृथक्कारक (सेपरेटर्स) प्रयोग किये जाते हैं, इस अवस्था में प्रायः मीथेन और ईथेन अलग होते हैं। इसके बाद तेल को वायुमण्डलिक दाब पर लाया जाता है और फिर धीरे-धीरे निम्न दाब पृथक्कारको में, जिससे उसमें विलीन शेष गैसों में भी अलग कर ली जाती है।

निम्न दाब पर पृथक् की गयी गैसों में पेन्टेनो और हेक्जेनो-जैसे तरल पदार्थ होते हैं, जिन्हें फिर से पेट्रोल में मिलाया जा सकता है। ये हाइड्रोकार्बन वाष्प गैसों में से बिलायक तेलों में अवशोषण द्वारा उसी प्रकार विपाटित<sup>१</sup> कर लिये जाते हैं, जैसे कोल गैस में से बेंजोल। गैस पृथक्करण के बाद विगैसित (डिगैस्ड) तेल को पम्प करके परिष्करणियों में पहुँचाया जाता है।

विभिन्न उत्पादन-केन्द्रों से प्राप्त अपरिष्कृत तेल में हाइड्रोकार्बनों का अनुपात भिन्न-भिन्न होता है, और कभी कभी उनकी (हाइड्रोकार्बनों की) प्रकृति में भी थोड़ा अन्तर होता है। ईरानी तेल यद्यपि मुख्यतः पाराफीनिक प्रकार का होता है, फिर भी उसमें ऐरोमैटिक एवं सतृप्त चक्रीय (साइक्लिक) हाइड्रोकार्बन भी होते हैं। कैलिफोर्निया से प्राप्त अपरिष्कृत तेल नैप्थीनिक अर्थात् सतृप्त चक्रीय प्रकार का होता है। बोरिनो के कुछ तेल निश्चित रूप से ऐरोमैटिक होते हैं, तथा मध्य अमेरिका, वेनेजुएला और मेक्सिको के तेलों में काफी ऐस्फाल्ट मिला होता है। सभी अपरिष्कृत तेलों में हाइड्रोकार्बनों के अतिरिक्त गंधक जैसे अन्य पदार्थ भी होते हैं। गंधक बहुधा समस्त प्रकार के तेलों में लगभग मात्रा से लेकर ६% तक विद्यमान रहता है। कैलिफोर्नियाई तथा रूसी तेलों में तथाकथित नैप्थीनिक अम्ल के रूप में ऑक्सीजन और पिरिडीन और बबीनोलीन पीठों के रूप में नाइट्रोजन होते हैं। इनके प्रज्वलन (इन्टीगेशन) में भस्म भी प्राप्त होता है जिसमें निकेल, बनेडियम, लोहा, सिलिका तथा अन्य अकार्बनिक पदार्थ होते हैं।

स्थूल रूप से सभी पेट्रोलियम भूगर्भ से ही प्राप्त होते हैं। भौमिकीय विज्ञान की यह मान्यता है कि पेट्रोलियम जीवाणुओं द्वारा धीरे-धीरे हो रहे भूगर्भ के कार्बनिक अवशिष्टों के अपह्रास (डिग्रेशन) का फल है।

पहले मीथेन, ईथेन, प्रोपेन, ब्यूटेन तथा पेंटेन-जैसे अपरिष्कृत तेलों से सलग्न सतृप्त गैसों की उपयोगिता का वर्णन करने में सुविधा होगी।

वस्तुस्थिति यह है कि ये वस्तुएँ प्रायः निष्क्रिय होती हैं, किन्तु इन पर दो प्रकार

<sup>१</sup> Stripped<sup>२</sup> Saturated cyclic

के परिवर्तनों का प्रभाव पड़ता है, जिसका आवश्यक वाणिज्यिक उपयोग बिना जाता है। प्रथम तो ताप का परिवर्तन, जिसे उन्मादन<sup>१</sup> कहा जा सकता है, इनमें इनके विद्रवन (कैकिंग) में हाइड्रोकार्बन बनते हैं ये मुख्यतः ऐरोमैटिक प्रकृति के होते हैं।

विहाइड्रोजनीकरण दूसरे प्रकार की प्रतिक्रिया है, जिसके मूल्य का वर्णन जगें बिना आना। उदाहरणार्थ ब्लूटेन के विहाइड्रोजनीकरण में ब्लूटीन उत्पन्न होते हैं, जो अधिक प्रतिक्रियाशील होने के कारण उच्च आक्टेन मोटर ईंधनों के उत्पादन में अत्यन्त का काम करते हैं। पहले तो इन ईंधनों का स्पष्टीकरण आवश्यक है। पेट्रोल अथवा स्फूर्तिमान प्रचयन (स्पार्क इन्जाइन) ईंधनों के प्रचयन के बाद ईंजीनियरों ने ईजन के प्रथम गति-दाता (पुंजर) में बराबर ऐसा विद्यमान बिना है जिसमें उच्च एवं उच्चतर उष्मीय क्षमता प्राप्त हुई है। किन्तु इन उच्च उष्मीय क्षमता के साथ अधिक प्रभावी ईंधनों की भी आवश्यकता हुई। ईंजीनियरों ने मशीन अनुपात को ३ में बढ़ाकर ६ या ७ कर दिया जिसका परिणाम यह हुआ कि निम्न अनुपात पर ठीक काम करनेवाले ईंधनों में उच्च अनुपात पर अतिमन (नाक) तथा प्रमोटोन (प्रिमोनेशन) होने लगा। अतः रसायनज्ञों को ईंजीनियरों की प्रथम के साथ चलकर उच्च मान वाले ईंधनों का विकास करना पड़ा। इनके आक्टेन मान का निश्चयन उनके परीक्षण का वर्तमान और कदाचित् स्थानी मापन है। अब यह निश्चय किया जाना है कि नार्मल-हेप्टेन और आइसो-आक्टेन के मिश्रण में नार्मल-हेप्टेन की कौन-सी प्रतिशत मात्रा एतने में वह परीक्षण स्पिरिट की बराबरी कर सकता है। कुछ वर्ष पूर्व ४० प्र० ग० आइसो-आक्टेन से यह कार्य हो जाता था, किन्तु आज ८० प्र० ग० और कम मात्रा १०० प्र० ग० की आवश्यकता होगी। उद्भवन प्रयोजनों के लिए तो १५०० की भी बात चल रही है। निष्पादन के इस स्तर तक पहुँचने के लिए पेट्रोकिमिक रसायनज्ञों ने सभी प्रकार की युक्तियाँ लगायी लेकिन अपरिष्कृत तेलों में सीने-सीधे प्राप्त की गयीं दैर्घ्य केवल कुछ ही हद तक इनकी पूर्ति कर पानी और मन्त्राणि विद्रवन (कैकिंग) बिना में उत्पन्न दैर्घ्य अधिक महत्वपूर्ण मिश्र हो रही है।

अब परिष्करणियों में आये अपरिष्कृत तेल की बात आँजिए। वायुमण्डलिक दाब पर और उच्च शून्यक में भी प्रभावित आसवन द्वारा इनके अणुओं के वाणिज्यिक उपयोगवाले उत्पादन प्राप्त होते हैं निम्न अवयवों के रूप में वे मोटर

स्पिरिट इन प्रकार है—बिलायक तथा स्वेन स्पिरिट, कैरोसीन, प्रभाग स्तम्भों के लिए तेल, गैस तेल, डीजल तेल, स्नेहको के लिए भारी आमुन, मोन और अन्त में मित्र अवशिष्ट।

अपरिष्कृत तेल के उपयुक्त प्रभाग यद्यपि कथनाक मौमाओं के अनुसार नुत्पत्त-तना विभिन्न होते हैं, फिर भी उनके परिष्करण की आवश्यकता होती है। उदाहरणार्थ उनमें गंधक के योगिकों तथा अन्य नक्षत्र व्युत्पत्तियों (डिरोवेटिज्म) जैसे बहने-नामक पदार्थ होते हैं, जिनके कारण उनमें बदरग आ जाता है और जो उनके नानान्य अम्यापिन्ध के कारण बन जाते हैं। इसके अलावा उनमें कैरोसीन सड़न अवाछित हाइड्रोकार्बन भी हो सकते हैं, जिनकी वजह से उनके जलने में धुंआ उत्पन्न होता है। परिष्करण की रीतियाँ रासायनिक एवं भौतिक दोनों प्रकार की होती हैं। मोटर स्पिरिटों की धाराव्युत्पत्तियों के आक्सीकरण के लिए क्षारीय हाइपोक्लोराइट अथवा सोडियम प्लम्बाइट अथवा क्युप्रिक क्लोराइड अथवा कोई प्रभावी आक्सी-कारक प्रयोग किया जा सकता है। केवल ऐरोमैटिक अथवा अन्नपूत हाइड्रो कार्बनों को निकालने के लिए शुनाबशील बिलायकों का प्रयोग करना पड़ता है। 'एडेल्फिन्स रीनि' में कैरोसीन इन्हीं विधा में निकाली जाती है, इसके लिए बिलायक के रूप में ड्रव मल्कर डाइऑक्साइड का प्रयोग किया जाता है। स्नेहक (ग्लुबिफैटिंग) तेलों में से ऐसे विलेय एवं अम्यायी मधटकों को निकालने के लिए क्लोरेक्स, फरफूरल, नाइट्रो-बेंडीन, फिलॉल, बेंडीन तथा सल्फर डाइऑक्साइड का इस्तेमाल किया जाता है। फलस्वरूप रासायनिकन म्यायी स्नेहक प्राप्त होता है, बिन्तु यह मयोग की बात है कि इसमें से ही ध्रुवीय वस्तुएँ निकल जाती हैं जो तेल को स्नेहन-शक्ति यानी स्नेहता अथवा स्निग्धता प्रदान करती हैं। यह बात दरअमल इतनी विचित्र है कि मचनुब उन स्नेहको में कुछ अन्य ध्रुवीय मधटक डालने पड़ते हैं, जिनमें उच्च कार्पेजना की आवश्यकता होती है।

मोटर स्पिरिट की ऐसी माँग की पूर्ति करने के लिए अपरिष्कृत तेल की त्रिभुल गति के आनवन की आवश्यकता पड़ती है, जिनके परिणामस्वरूप कैरोसीन, गैस तेल तथा अन्य व्युत्पत्तियों की अत्यधिक मात्रा उत्पन्न हो जाती है। पेट्रोलियम इतिहास के प्रारम्भिक काल में ही विदरण (वैकिंग) की विधा (प्रक्रिया) प्रयुक्त होने लगी थी जिनसे भारी अवशिष्टों तथा आमुनों जैसे मन्ने एवं अनावश्यकन अधिक पदार्थों का

ऊर्मीय विच्छेदन होता था जिनमें एक ओर तो गैस और मोटरस्फिरिट प्राप्त होती और दूसरी ओर गुरु पदार्थ तथा कोक। कुछ समय तक विद्वरण की क्रिया मात्रात्मक आधार पर चलती रही और मचमुच प्रॉपेन अपरिष्कृत तेल में पेट्रोल की प्राप्ति होती हो गयी। किन्तु जैसा ऊपर मकेत किया जा चुका है, आजकल पेट्रोल की मात्रा नहीं बरतते उसको कोटि या किन्म पर अधिक ध्यान दिया जा रहा है। उमी का फल है कि आजकल विद्वरण अर्थात् क्रैकिंग दिया का प्रयोग सीधे प्राप्ति स्फिरिट की किन्म उत्पन्न करने के लिए किया जाता है। आजकल के इस ऊष्मोद्योतक को 'रिफार्मिंग' कहते हैं। यह कोई जनहोनी बात नहीं कि भविष्य में सीधे प्राप्ति गैसोंलों को गायद ही कोई इस्तेमाल करे और प्राकृतिक दहन के स्थान पर अधिकाधिक सुदृष्ट दहन का ही प्रयोग होने लगे।

विद्वरण (क्रैकिंग) विधा में उत्पन्न होनेवाली गैसों की विमाल राशि के उपयोग की ओर भी ध्यान देना चाहिए। केवल मनुक्त राज्य अमेरिका में प्रति दिन एक अरब (१,०००,०००,०००) घनफुट गैस उत्पन्न होती है। गैस की इस राशि का अर्थ प्रति वर्ष १४ करोड़ टन हाइड्रोकार्बन का है।

इन गैसों में  $C_2$  से  $C_4$  वाली ओलीफीन प्रायः आधे आधे अनुपात में होती हैं। ओलीफीन प्रतिक्रियाशील होती है और आगे (पृष्ठ ३२३ पर) दिये गये चार्ट में सरल रूप से यह दर्शाया गया है कि वर्तमान पेट्रोलियम उद्योग में इन गैसों का स्थूलनया क्या होता है।

पेट्रोलियम उद्योग में डीजल दहनो और स्नेहक तेलों के क्षेत्र बहुत महत्वपूर्ण हैं। जिस तरह स्फुल्लिंग-प्रखलन इन्जनों की स्फिरिट की परीक्षा 'अक्टेन-मर्या' निश्चय करके की जाती है, उमी प्रकार डीजल इन्जनों का भी एक मानक है जिसे 'मीटेन-मर्या' कहते हैं। यह एक ऋजु श्रृंखलावाली पाराफीन, मीटेन ( $C_{14}H_{34}$ ) तथा अल्का-मिथिल-नैप्यरीन के बीच की तुलनात्मक मर्या है। उपर्युक्त दोनों मन्दकों में से मरीडन-प्रखलन इन्जनों के लिए एक अनि उत्तम और दूसरा अनि निरुष्ट है। आजकल मड़कों पर चलनेवाली भारी भारी गाड़ियाँ अधिकांश डीजल इन्जनों में चलायी जाती हैं तथा समुद्रीयानायायन में भी उन्हीं का अधिकाधिक प्रयोग किया जा रहा है इसलिए अपरिष्कृत तेल के गुण प्रभाणों (टैवी क्रैकिंग) की अधिक मांग होने लगी।

यह पढ़ते ही बताया जा चुका है कि अपरिष्कृत तेल का अल्पिम आनवन गुणक में किया जाता है। इनके आनवनताप में बड़ी कमी हो जाती है, फलतः विद्वरण (क्रैकिंग) भी कम हो जाता है। इन प्रकार स्नेहकों की सम्पूर्ण धेनी निशाल हो

जानी है और पिघ अवशिष्ट बच रहता है। इसका प्रयोग मटक बनाने के लिए अथवा तलों पर छिड़कने के लिए पायस बनाने के निमित्त किया जाता है।

लघु एव गुरु मसीन तेल, आन्तर-रुदन (इन्टरनल कम्बस्चन) इजनों तथा भाप-मिलिण्डरो वाले स्नेहक और लघु तकुआ तेल, स्नेहक तेल प्रभागों के उपयुक्त उदाहरण हैं। इन प्रभागों का परिष्करण परम्परागत अम्ल और सांझा उपचार से, विलायक निस्सारण (सॉल्वेण्ट एक्स्ट्रैक्शन) से तथा वाष्माश्ट जैसे खनिज जेल<sup>१</sup> द्वारा पार-प्यवन (परकोलेशन) से किया जाता है, किन्तु यदि ठोस पाराफीन मौजूद हों तो पहले उन्हें निकालना आवश्यक है। कुछ प्रकार के मोम तो आम्रुन को दाब-छप्ने (फिल्टर प्रेस) से छानने पर निकल जाते हैं, लेकिन मृदम कैलासीय रचनावाले मोम, जिन्हें अनाकार मोम भी कहते हैं, तनूकृत एव अभिशीत (चिन्ड) विलयन का अपकेन्द्रण करके निकाले जाते हैं। अन्य दवाओं में उन्हें ऐसे विलायकों के साथ मिलाकर, जिनमें तेल विलेय हो लेकिन मोम अविलेय, मोम का अवशेषण कर दिया जाता है। वाणिज्य में मोमों का उनके द्रवणांक के आधार पर श्रेणीकरण किया जाता है। उच्चतम द्रवणांक वाले मोम से मोमवत्ती बनती है एव निम्न द्रवणांक वाला मोम जलसह कागज बनाने तथा शियामलाई के गिरे पर लगाने के काम आता है।

अगले पृष्ठ की सारणी में यद्यपि उत्तम कार्यक्षमता वाले ईयनों के उत्पादन में हाइड्रो-कार्बन गैसों की उपयोगिता पर अधिक जोर दिया गया है, किन्तु यह स्पष्ट है कि यथार्थतया इन प्रारम्भिक पदार्थों पर आधारित एक नवीन सद्व्यवस्था-रसायन का विकास हो रहा है। इनमें से कुछ सदृष्ट उत्पादनों का उल्लेख किया जा सकता है। वे इस प्रकार हैं—प्रतिहिम (ऐन्टी फ्रीज) के रूप में इथिलीन ग्लाइकोल, विलायकों के रूप में ग्लाइकोल व्युत्पत्तियाँ, प्लास्टिकों की सम्पूर्ण श्रेणी, टी० एन० टी० जैसे विस्फोटक, व्यूटाइलन एव स्टायरीन अथवा आइमोथ्युटिलीन और तनिक व्यूटाइलीन से सदृष्ट रबर, उमी प्रकार की उच्च दहनतावाले अन्य पॉलीमर जो स्नेहन के लिए प्रयुक्त होते हैं, पाराफीनों के ऊष्मादान अथवा नार्मल-हेप्टेन जैसी वस्तुओं के घनीकरण (साइक्लाइजेशन) एव विहाइड्रोनीकरण से बनी ऐरोमैटिक हाइड्रो-कार्बनों की सुजात व्युत्पत्तियाँ।

शेल तेल—कुछ शेलों (एक प्रकार के पत्थर) के आगवन से एक प्रकार का खनिज तेल प्राप्त होता है जिसे द्वितीयक मूलवाला पेट्रोलियम कहा जा सकता है।

कूपो से निकला अपरिष्कृत तेल

गैमरहित स्वायीकृत अपरिष्कृत तेल

आसुतो की सम्पूर्ण श्रेणी—  
पेट्रोल, ह्वाइट स्पिरिट,  
केरोसीन, स्नेहक तैयों के  
लिए मोम-आसुत तथा  
पिच अवशिष्ट

घुने हुए आसुतो का  
विद्वरण और रिफॉर्मिंग

गैसीय पाराफीन ( $C_1$  से  $C_4$ )

ऊष्माशन (पाइरोलिसिस)

ऐरोमैटिक  
हाइड्रोकार्बन

आइसो-व्यूटेन

विहाइड्रोजनीकरण  
द्वारा प्रतिक्रियाशील  
ओलीफीनों के ऐल्कली-  
करण के लिए

विदीर्ण  
स्पिरिट

पाराफीन तथा  
ओलीन हाइड्रोकार्बन  
( $C_1$  से  $C_4$ )

$C_2$  और  $C_4$  प्रभाग

फास्फोरिक अम्ल एवं  
फास्फेट उत्प्रेरकों के  
ऊपर उत्प्रेरक पुरुभाजन

शीत सल्फूरिक  
अम्ल द्वारा पुरुभाजन

आइसो-व्यूटेन द्वारा  
उपचारित (ऐल्कली-  
करण विधा)

हाइ आइसो-व्यूटेन

उच्च ऑक्टैन  
स्पिरिट

चुना हुआ  
 $C_8$  प्रभाग

हाइड्रोजनीकरण

बाइसो-ऑक्टेन  
(२२४ ट्राई-  
मिथिल पेन्टेन)

बाइसो-ऑक्टेन

हाइड्रोजनीकरण

मिश्रित बाइसो-ऑक्टेन

जेम्स यंग और उनके सहयोगियों के तत्संबन्धी कार्यों से ही पेट्रोलियम के वाणिज्यिक उपयोग का आधार बना। क्योंकि आसवन, उत्पत्तियों का परिष्करण, दवाकर भोग का अलग करना, स्वेदन (स्वैटिंग) और चारकोल जैसे अवशेषक द्वारा पारच्यवन (पकौलेशन) से अपरिष्कृत भोग का परिष्करण इत्यादि सभी रीतियाँ 'मिड्लोयियन' में शेल-उद्योग में विकसित हुई थी और आगे चलकर वे पेट्रोलियम उद्योग में काम आयी। 'पाराफीन तेल' अर्थात् 'केरोसीन' स्काटलैण्ड का प्रथम प्राविविक पदार्थ था। उसके बाद रिटार्ट गैसों में से अमोनियम सल्फेट के रूप में अमोनिया अलग किया गया, जो बहुत समय तक, या यों कहिए कि सदिकष्ट अमोनिया के बन जाने तक, एक बहुत बड़ा उत्पादन था। तीस वर्षों से ऊपर हुए कि रिटार्ट गैसों से निकली मोटरस्परिट का प्रचलन हुआ। प्रायः उसी समय डीजल तेल का पूर्वाभास मिला और ईंधनतेल का उत्पादन मूर्त किया जा सका। इन सभी विकासनों में स्काटिश शेल तेल ने, जो इन उत्पादकों का मुख्य स्रोत था, इसमें बहुत महत्वपूर्ण भाग पूरा किया।

संसार में मुख्यतः संयुक्त राज्य अमेरिका, कनाडा और आस्ट्रेलिया में तेलयुक्त शैलों की विशाल राशि उपलब्ध है, और उस समय ये तरल ईंधन के अन्तिम स्रोत बनेंगे जब अपरिष्कृत पेट्रोलियम की उपलब्धि समाप्त हो जायगी।

गत वर्षों में शेल तेल के उत्पादन एवं उपचार की प्रौद्योगिकी (टेक्नॉलॉजी) में उन्नति करके उसे आधुनिक रूप प्रदान किया गया है। यह परिवर्तन मुख्यतः पेट्रोलियम के प्रादुर्भाव से हुआ है और अब उच्च प्रभागों का विवरण (क्रैकिंग) करके पैमोलीन बनाना सामान्य प्रथा हो गयी है, इसके उपरान्त आसुत<sup>१</sup> वस्तुएँ भी तेल-परिष्करणियों में उत्पन्न तेलों के समान होने लगी हैं।

शेल उद्योग में रिटार्ट बिधा के बाद बीच-अवशिष्ट (स्पेष्ट रेसिड्यू) के उपयोग की सबसे बड़ी समस्या है। अभी हाल में स्काटलैण्ड में बालू-चूने ईंट बनाना प्रारम्भ हुआ है, जिसमें चूणित अवशिष्ट को चूने के साथ मिलाकर लेप (पेस्ट) बनाया जाता है जिसे साँधों में ढालकर उच्च-दाब भाप से पकाया जाता है। हमने बड़ी उत्तम ईंटें तैयार होती हैं।

ग्रंथमूची

- DUNSTAN, A. E. *Chemistry and the Petroleum Industry* The Royal Institute of Chemistry.
- DUNSTAN A. E. (MANAGING EDITOR) *The Science of Petroleum* 4 Vols Oxford University Press
- EGLOFF AND OTHERS *Catalysis*. Reinhold Publishing Co  
*Reactions of Pure Hydrocarbons* Reinhold Publishing Co.
- ELLIS, C. *Chemistry of Petroleum* Reinhold Publishing Co
- INSTITUTE OF PETROLEUM *Symposium on Cannel Oils and Shales*
- NASH, A. W. AND BOWEN A. R. *Lubricants* Chapman & Hall, Ltd.
- NASH, A. W., AND HOWES, D. A. *Motor Fuels* Chapman & Hall, Ltd



## अध्याय १५

### भारी रसद्रव्य

स्टैनले रॉब्सन, एम० एम-सी०, डी० आई० सी०,

एफ० आर० आई० सी०

विशाल परिमाण में उत्पन्न होनेवाले रसद्रव्यों को 'भारी रसद्रव्य' कहते हैं। ऐसे रसद्रव्य मुख्यतः अन्य चीजों के उत्पादन में कच्चे माल का काम करते हैं और इनमें से कुछ ही ऐसे होते हैं जिनकी खपत, सो भी केवल अशत, सामान्य लोगों के सीधे प्रयोग के लिए होती है। सल्फ्यूरिक अम्ल इसका एक उदाहरण है जिसमें प्रायः नमी लोग परिचित होंगे, क्योंकि संचायकों (ऐक्युमुलेटर) में विद्युत् (एलेक्ट्रोलाइट) के रूप में इसका बड़ा प्रयोग होता है, किन्तु इसके समस्त उत्पादन की तुलना में यह खपत अत्यन्त लघु है। सोडियम कार्बोनेट अर्थात् घावन (वॉशिंग) सोडा दूसरा उदाहरण है, घरेलू कामों के लिए जिसकी खपत होती है, लेकिन कुल उत्पादन का अल्प अंश इस काम में आता है। सल्फ्यूरिक अम्ल और सोडा के प्रति वर्ष क्रमशः लगभग ११,०००,००० टन और ५,०००,००० टन का उत्पादन होता है जो विविध एवं विस्तृत रासायनिक वस्तुओं के निर्माण में लगता है। इन वस्तुओं की प्रकृति भी भिन्न होती है, एक ओर कृत्रिम उर्वरक तो दूसरी ओर कृत्रिम रेशम। मुख्य-मुख्य भारी रसद्रव्यों की सबसे बड़ी उपयोगिता यह होती है कि वे अन्य पदार्थों के सग प्रतिक्रियाशील होते हैं, इस प्रकार वे रासायनिक ऊर्जा के भण्डारस्वरूप होते हैं, जिसे विविध रासायनिक परिवर्तनों के लिए प्रयोग किया जा सकता है। ऐसी प्रतिक्रियाशील वस्तुएँ साधारणतया भूमिगत पर नहीं पायी जाती, क्योंकि युग युगों तक हवा और पानी के ऋतुचरण<sup>१</sup> के कारण उनकी क्रियाशीलता समाप्त हो चुकी होती है, इसलिए भारी रसद्रव्यों का निर्माण परमावश्यक होता है। नाइट्र तथा गंधक इस बात के अपवाद हैं, किन्तु ये द्रव्य विनिष्ट जलवायु एवं भौतिकीय परिस्थितियों

<sup>१</sup> Weathering action

के कारण उत्पन्न एवं प्राप्य होते हैं। सर्वाधिक प्रतिप्रियाशील रसद्रव्यों के चार वर्ग होते हैं—अम्ल, क्षार, ऑक्सीकारक तथा अपचायक। अम्ल और क्षार के परस्पर संयोजन में उदासीन लवण उत्पन्न होते हैं, सोडियम क्लोराइड अर्थात् सामान्य नमक इसका उत्तम उदाहरण है।

**सल्फ्यूरिक अम्ल**—सबसे अधिक सस्ता होने के कारण रासायनिक परिवर्तनों को संचारित करने के लिए सल्फ्यूरिक अम्ल का प्रयोग किया जाता है। इस अम्ल का निर्माण प्रारम्भिक रासायनिक उद्योग में प्रथम कार्य था और आज भी उसकी बड़ी आधारभूत शान्ता है। एक समय था जब किसी देश की समृद्धि उसके सल्फ्यूरिक अम्ल के उत्पादन से आंकी जाती थी। यद्यपि आज यह बात उतनी सही नहीं है क्योंकि अब रासायनिक उद्योग की कितनी ही अन्य वस्तुएँ हैं जिनसे देश की सम्पदा का आभास प्राप्त होता है, फिर भी आधुनिकतम उद्योगों में सल्फ्यूरिक अम्ल का प्रयोग बड़ी विशाल मात्रा में होता है, यों कि वर्तमान समय में अनेक अम्ल विधाओं में इस अम्ल का प्रयोग नहीं होता। उदाहरणार्थ पहले लिब्लाक विधा में क्षार बनाने के लिए सल्फ्यूरिक अम्ल की भागी स्वपन होती थी लेकिन अब इसके लिए वह विधा ही नहीं प्रयुक्त होती। सल्फ्यूरिक अम्ल से सोडियम नाइट्रेट का विच्छेदन करके नाइट्रिक अम्ल बनाने की रीति का प्रतिस्थापन भी इसका दूसरा उदाहरण है। अब उत्प्रेरक की सहायता से अमोनिया का ऑक्सीकरण करके नाइट्रिक अम्ल बनाया जाता है। पहले अमोनिया और सल्फ्यूरिक अम्ल का संयोजन ही अमोनियम सल्फेट बनाने की एकमात्र विधा थी, लेकिन आजकल यह अमोनियम कार्बोनेट और ऐनहाइड्राइट के द्वि-विच्छेदन से बनने लगा है। पहले सांद्रित फास्फैटिक उर्वरकों का उत्पादन सल्फ्यूरिक अम्ल द्वारा शैल-फास्फेटों का विच्छेदन करके किया जाता था, किन्तु गत कुछ वर्षों के अन्दर यह पदार्थ शैल-फास्फेट एवं बालू के बीच ऊष्मीय प्रतिक्रिया संचारित करके उत्पन्न किया जाने लगा है।

इस तरह सल्फ्यूरिक अम्ल की खपत में भारी अन्तर पड़ गया है लेकिन इनके उत्पादन में बराबर वृद्धि होती जा रही है। १९२३ में इसका उत्पादन ५,०००,००० टन था जो बढ़कर अब ११,०००,००० टन हो गया है।

इस उत्पादन-वृद्धि का मुख्य कारण यह है कि वर्तमान समय में सल्फ्यूरिक अम्ल के अनेक नये-नये उपयोगों का विकास हो गया है, जैसे कृत्रिम रेशम के विशाल एवं महत्त्वपूर्ण उद्योग में तथा जर्मनी के कृत्रिम ऊन-निर्माण में इस अम्ल की विशेष माँग होने लगी। इनके अनिरूप सल्फ्यूरिक अम्ल के अन्य कितनेही विविध एवं बहुमुखी उपयोगों का श्राद्धार्थ हुआ है। तेलशोधन, धातुस्तरों का तलनादन अथवा अम्ल

मार्जन<sup>१</sup>, विस्फोटकों एवं रंजकों तथा अन्य नितनी ही ऐसी वस्तुओं का निर्माण इत्यादि इसके उत्तम उदाहरण हैं।

सल्फ्यूरिक अम्ल का निर्माण रसायनज्ञों के लिए ऐतिहासिक महत्व की बात है, जिसमें न केवल सल्फ्यूरिक अम्ल का ही वर्णन है बल्कि समस्त रासायनिक प्रक्रिया के उत्पान का कई शताब्दियों का पूरा इतिहास निहित है।

पन्द्रहवीं शताब्दी के अन्त-केमिस्टों ने सल्फ्यूरिक अम्ल का आविष्कार किया था और १७७० के पहले यह दो रीतियों में बनाया जाता था—(१) कैलामित लौह मल्फेट के आगवन से, और (२) 'परिच्छादक' (वेज-जार) के अन्दर जल की उपस्थिति में गंधक के दहन से।

पन्द्रहवीं शताब्दी में वासिल वैन्टेडाइन ने उपर्युक्त दोनों विधाओं का प्रयोग किया था। इनमें से प्रथम विधा तो अभी हाल तक प्रचलित थी और उस समय तो घुमायमान सल्फ्यूरिक अम्ल बनाने की एकमात्र रीति वही थी। दूसरी रीति वर्तमान सीसवेष्म (लेड चेम्बर) विधा की पूर्वगमिनी बन गयी।

दूसरी विधा का विकास मुख्यतः फ्रांसीसी एवं अंग्रेज रसायनज्ञों ने किया और अनेक वर्षों तक वह सल्फ्यूरिक अम्ल बनाने की मुख्य विधा रही। पहले इस विधा से सल्फ्यूरिक अम्ल का निर्माण काच के पात्रों तक ही सीमित था, किन्तु लगभग अठारहवीं शताब्दी के मध्य में सेक्रेवर और लेमरी ने सल्फ्यूरिक अम्ल बनाने के लिए गंधक और नाइट्र के मिश्रण का प्रयोग किया, जिससे पहले की तुलना में अत्यधिक प्राप्ति हुई। १७७० में बरमिथम के रोवर ने उभी विधा का बड़े परिमाण में प्रयोग किया। इसके लिए उन्होंने सीसे के बक्म इस्तेमाल किये, जिनकी तह में १-२ इंच गहरा पानी भरा रहता तथा तत्परियों में भरकर गंधक और नाइट्र उभी बक्म के अन्दर रख दिये जाते थे। किन्तु तत्कालीन प्रिया अविराम होती थी और अब पद-प्रति-पद गंधक को अलग जलाकर तथा वेदम में भाग छोड़कर विधा को अविराम बना दिया गया है। विधा के इस विकास में अनेक रसायनज्ञों ने योगदान दिया, फिर भी यह विधा बड़ी अशुविधाजनक रही होगी, क्योंकि प्रतिक्रियाओं के दौरान में उत्पन्न नाइट्रोजन के ऑक्साइडों को अधिकतम यों ही हवा में छोड़ दिया जाता था। लेकिन गे लुमक ने इसमें विशेष उन्नति की, उन्होंने वेदम में से निकलनेवाली गैसों को बोक रो मरे एक सीसे अवका पत्थर के स्तम्भ में से पार कराया, जो स्तम्भ के नीचे टपक

<sup>१</sup> Pickling<sup>२</sup> Bell jar

रहे मल्लयूरिक अम्ल द्वारा अवशोषित हो जाती थी, और इस प्रकार हवा में उड़ जाने से बचा ली जाती।

ग्लोवर ने इस कार्य का और विकास किया। उन्होंने प्रतिक्रियाओं के चक्र को पूरा कर दिया और सल्फ्यूरिक दाहको से निकली तप्त गैस का उपयोग करके गैलमक-स्तम्भ के प्रबल मल्लयूरिक अम्ल में से नाइट्रोजन ऑक्साइडों को निकालकर पुनः प्रयुक्त किया। इस प्रकार सारी क्रिया चक्रिक<sup>१</sup> हो गयी। यद्यपि सल्फ्यूरिक अम्ल वेधन में होने वाली क्रियाएँ बड़ी जटिल हैं, फिर भी यहाँ उनकी सक्षिप्त एवं सरल चर्चा की जा रही है। गंधक को वायु की उपस्थिति में जलाकर सुपरिचित तीखी गंधवाली सल्फर डाइ ऑक्साइड गैस तैयार की जाती है। इस सल्फर डाइ ऑक्साइड की जब प्रचुर ऑक्सीजन वाले नाइट्रस धूमों के साथ प्रतिक्रिया होनी है तो उसका ऑक्सीकरण होने से सल्फर ट्राइ ऑक्साइड बन जाता है। और यही सल्फर ट्राइ ऑक्साइड जल से मिलकर सल्फ्यूरिक अम्ल बन जाता है। नाइट्रस धूमों में जब ऑक्सीजन निकलकर सल्फर डाइ ऑक्साइड से मिल जाता है तो उसका नाइट्रिक ऑक्साइड बन जाता है। यह एक रंगहीन गैस होती है जिसमें वायुमण्डलिक ऑक्सीजन से मिलकर पुनः नाइट्रस धूम बन जाने की प्रबल क्षमता होती है, और वह सल्फर डाइ ऑक्साइड के ऑक्सीकरण के लिए फिर तैयार हो जाती है। इन भारी प्रतिक्रियाओं का अन्तिम परिणाम यह होता है कि नाइट्रस धूमों के द्वारा वायुमण्डलिक ऑक्सीजन लेकर ही सल्फर डाइ ऑक्साइड के ऑक्सीकरण से सल्फर ट्राइ ऑक्साइड उत्पन्न होता है, तथा नाइट्रस धूम अपरिवर्तित रूप में जैसे वे तैसे बने रह जाते हैं। लेकिन विचित्रता यह है कि उनकी अनुपस्थिति में सल्फर डाइ ऑक्साइड वायुमण्डलिक ऑक्सीजन का माध्यम परिस्थितियों में कदापि उपयोग नहीं कर सकता। ऐसी वस्तुओं को, जो स्वयं स्थायी रूप से परिवर्तित न होकर किन्हीं रासायनिक प्रतिक्रियाओं को संचालित करती हैं, रासायनिक शब्दावली में 'उत्प्रेरक' अर्थात् 'कैटलिस्ट' कहते हैं, और रासायनिक उद्योगों में ऐसी वस्तुओं का बड़ा व्यापक प्रयोग होता है।

उपर्युक्त रासायनिक विद्या के विभिन्न पद बहुत ही अन्तरग्रस्त हैं और तत्सम्बन्धी पाठ्यपुस्तक साहित्य में अनेक विचित्र एवं सारांशपूर्ण सिद्धान्त तथा स्पष्टीकरण भरे पड़े हैं। इसकी प्रतिक्रियाओं एवं अन्तःस्थ यौगिकों के ठीक-ठीक क्रम एवं वनावट के बारे में आज तक भी सभी रासायनज्ञ एकमत नहीं हो सके हैं। आज की इतनी अधिक

क्रियाकुशल रीतियाँ काफी समय बीतने पर प्रतिष्ठित हुई हैं, यद्यपि यह भी सत्य है कि गत कुछ ही वर्षों में बड़ी जल्दी-जल्दी जटिल विधाएँ भी पूरी तरह से विकसित हुई हैं। पहले की तुलना में आज रसायनविज्ञान के संसाधन असीम हैं और गत थोड़े समय में ज्ञान का एक बड़ा विस्तृत भण्डार संचित हो गया है। गैसीय उत्प्रेरक की सहायता से सल्फर डाइ ऑक्साइड का रूपान्तरण और उससे सल्फ्यूरिक अम्ल बनाने का अन्तरग्रस्त विषय पुरानी पीढ़ी के रसायनज्ञों के लिए काफी जटिल एवं कष्टसाध्य था क्योंकि उस समय उनके साधन बड़े सीमित थे। किन्तु आज हमारे वर्तमान ज्ञान एवं साजसज्जा के बावजूद भी सल्फ्यूरिक अम्ल का निर्माण कुछ कम जटिल नहीं है और सच तो यह है कि आज के रसायनज्ञों एवं प्रौद्योगिकीविदों की निष्ठा में यह विधा एक कठिन परीक्षा तथा प्रशिक्षण और अनुभव प्राप्त करने के लिए उत्तम पृष्ठभूमि है।

प्रथम परिच्छादक (बेलजार) तथा सीसवाक्म की तुलना में आजकल के सल्फ्यूरिक अम्ल-वेशमों की धारिता अत्यन्त विनाश होती है। प्रतिक्रिया में उत्पन्न उष्मा के निरसन का भी आजकल उत्तम प्रबन्ध रहता है। एक ओर कुछ रसायनज्ञ ५०-२०० फुट लम्बे, २०-४० फुट चौड़े और ४०-७० फुट ऊँचे वेशमों को पसन्द करते हैं तो दूसरी ओर प्रचण्ड प्रतिक्रियाओं से भीस की रसा के लिए जल से शीतित शक्नु रूप (कॉनिकल) स्तम्भों को माननेवाले लोग हैं, और दोनों वर्ग अपने-अपने ढंग को उत्तम बताते हैं। इनके अतिरिक्त अब तो यांत्रिक आर्इंक (ह्यूमिडीफायर) एवं द्रवविक्षेपक (डिस्पेंसर) के उपयोग से प्रतिक्रिया की गति में वृद्धि तथा सीसवेशमों के क्षरण की रोक बचत हो गयी है।

सल्फर्सविधा के मुकाबले में वेशमविधा को त्याग्य मानना आज का एक रिवाज सा हो गया है, लेकिन इसमें अब भी सदेह है कि क्या यह पुरानी विधा सर्वथा अमान्य है? इस विधा के पक्ष में यह बड़ी उल्लेखनीय बात है कि गंधक के दहन और नाइट्रोजन ऑक्साइडों से निकले तीखे धूम एवं उससे उत्पन्न सक्षारक वस्तुओं के बावजूद भी सीसवेशम-विधा में प्रयुक्त सयत्र स्वच्छ एवं सुस्वास्थ्य होता है, इसमें काम करनेवाले लोगो ने बड़े लम्बे तथा सुखद कार्यकारी जीवन व्यतीत किये हैं।

किन्तु सीसवेशम-विधा के अनेक वर्षों तक निर्वाध प्रचलन के साथ-साथ इंग्लैण्ड में लगभग १०० वर्ष हुए सल्फ्यूरिक अम्ल निर्माण की एक सर्वथा भिन्न रीति का बीजारोपण हुआ। सर हम्फ्री डेवी ने गैसीय प्रतिक्रियाओं के प्रबंधन के लिए धातु तारों का प्रयोग किया, और उनके इस काम से उपर्युक्त नयी रीति के विराम में बड़ी प्रेरणा मिली जान पड़ती है। इस आविष्कार का उपयोग में ही सल्फ्यूरिक अम्ल बनाने की सल्फर्सविधा (कॉन्टैक्ट प्रोसेस) एवं वेशम विधा का मूल अन्तर निहित है। सल्फर्सविधा

में वायु के आक्सीजन का गवक-ज्वालको ने प्राप्त मल्फर डाइ ऑक्साइड से संयोजन कराया जाना है जिसमें अलग में किसी गैसीय उत्प्रेरक की आवश्यकता नहीं पड़ती। वायु में मल्फर डाइ ऑक्साइड तक आक्सीजन का सीधा मक्रमण विगुद्ध रासायनिक विचार में अति सरल है और इसमें वेदमविधा की एव उनके अन्त म्यों की जटिलता नहीं है और न उनके स्पष्टीकरण की ही विगोप आवश्यकता है। साइर उत्प्रेरक की सहायता में यह प्रतिक्रिया कम से कम रासायनिकतया अनाश्रित रूप में संचारित होती है और जैसा ऊपर कहा गया है, प्रत्यक्ष रूप में बटों सरल है। गन मनाइडी के पूर्वार्ध में ठोम उत्प्रेरकों में संचारित प्रतिक्रियाओं के मक्रम में काफी उत्तुक्ता हो चली थी। यह देखा गया कि अति मूदन कणोवाडी जैटिनम-धूलि अथवा जैटिनम-काजल (इंजैक) की अल्प मात्रा की उपस्थिति में यदि आक्सीजन और हाइड्रोजन रने जायें तो माधारण तान पर भी उन दोनों के संयोजन में पानी बन जाता है। डोबरीनर ने यह भी दिखाना था कि केवल जैटिनम-काजल का एक टुकड़ा डालने मात्र में जाल गैम प्रचलित हो जा सकती थी। डेवी और फेंडे के कार्य रसायनज्ञों का सर्वत्र प्रेरित कर रहे थे और १८२१ में डेरेकिन फिलिप्स नामक ब्रिस्टल के एक कृष (ब्रि-गर) निर्माता ने इसी प्रविधि में आक्सीजन और मल्फर डाइ ऑक्साइड के संयोजन की भी खान सोची और इसके लिए उनको पेटेण्ट भी मिल गया। इस पेटेण्ट को पढ़ने में दना खगना है कि फिलिप्स ने इस विधा के लिए कुछ अन्वेषणकार्य भी किये थे। किन्तु दुर्भाग्यवश उनके कार्यकलापों का कोई मनेम प्राप्त नहीं है। यह बहुत मभव है कि बेचारे धनाभाव के कारण अपने जाविधार को व्यावहारिक रूप न दे सके हों। जो कुछ भी हो उनके द्वारा शारम्भ किये गये कार्य को दयार्थ रूप में मूर्त होने में अनेक वर्ष लग गये। इंग्लैण्ड में रडाल्फ, मेनेल एव डब्लू० स्क्वायर ने भी इस मन्व में कुछ प्रारम्भिक काम किये थे, लेकिन गन मनाइडी के अन्तिम वर्षों के पूर्व तक इसमें कुछ विगोप प्रगति नहीं हुई। इस समय तक कृत्रिम रजकों का निर्माण एक जल्पन महत्त्वपूर्ण बात हो गयी थी। इस दिशा का प्रारम्भिक कार्य यद्यपि इंग्लैण्ड में ही शुरू किया गया था लेकिन थोप जर्मनी के उन परिधमो रसायनज्ञों को प्रिडा ब्रिन्होंने अपने प्रचुर जाधिक मनाधनों की सहायता से कृत्रिम रजका के निर्माण में दयार्थ विशय पानी थी। उन नवीन रजकों के निर्माण के लिए धूमाममान मन्वदूरिक अम्ल, जिमें 'जोलियम' भी कहने हैं, बड़ी आवश्यक वस्तु थी। इस द्रव की थोटी व्याख्या करनी चाहिए। यह तो स्पष्ट है कि मन्वदूरिक अम्ल मूल्य मल्फर डाइ ऑक्साइड एव जल के संयोजन में उत्पन्न होता है जिसमें मल्फर डाइ ऑक्साइड ही मार मन्व है, धूमाममान मन्वदूरिक अम्ल मचमच अति नाशित मन्वदूरिक अम्ल ही है दिनमें मल्फर

ट्राई ऑक्साइड की अतिरिक्त मात्रा अवशोषित होकर सल्फ्यूरिक अम्ल में विघटित रहती है। इस प्रकार यह स्पष्ट है कि धूमायमान अम्ल बनाने के लिए सल्फ्यूरिक अम्ल में अजलीय  $SO_3$  मिलाया जाना चाहिए। अनेक प्रत्यक्ष कारणों से यह संयोजन सीमवेल्म में नहीं संभव है अतः दोनों विधाओं की इन्जीनियरी प्ररचना (डिजाइन) में काफी भेद होता है।

पेरोग्रिन फिलिप्स द्वारा निर्धारित इस विधा के विभिन्न पद इस प्रकार हैं—गैस के दहन में सल्फर डाइ ऑक्साइड की उत्पत्ति, सूक्ष्म धूर्णित प्लैटिनममह्वित इम्पान-वेल्म में सल्फर डाइ ऑक्साइड और ऑक्सीजन का संयोजन तथा इस प्रकार उत्पन्न  $SO_3$  का जल से संयोजन। यही सरल विधा आज के आधुनिकतम सल्फ्यूरिक अम्ल में प्रयुक्त होती है, हाँ इसके विस्तृत वर्णन में कुछ अन्तर अवश्य आ गया है तथा कुछ निश्चित पूर्वोपाय अपनाये गये हैं। फिलिप्स के मुद्दाव के अनुसार इस विधा का विकास बहुत पहले हुआ होगा तथा ठोम उत्प्रेरकों की सक्रियता में लोगों की रचि भी और अधिक बढ़ी होती, लेकिन १८३९ में मिल्लियार्ड गंधक का निर्यात बन्द हो गया फलतः सल्फ्यूरिक अम्ल निर्माताओं को गंधक के अन्य स्रोत खोजने पड़े। लौह माक्षिक ही उनके लिए प्राप्य हुआ और जर्मन रसायनज्ञों ने इसे इस्तेमाल करना शुरू कर दिया, किन्तु माक्षिक की अशुद्धियों के कारण, जो उसमें उत्पन्न सल्फर डाइ ऑक्साइड में भी चली जाती थी, बड़ी कठिनाई हुई और विधाएं अत्यन्त जटिल हो गयीं। इस प्रकार सल्फ्यूरिक अम्ल के प्रारम्भिक विकास में बड़ा गतिरोध हो गया। ज्वालकों से ऐसी गैस ही प्राप्त करना एक प्रबल समस्या हो गयी जिसमें लेड मात्र से अधिक अशुद्धियाँ न हों। कनीश (Knesch) के तत्त्वावधान में 'बैडिने ऐनि-लीन ऐण्ड सोडा फॅब्रिक' द्वारा लुटवियुं साफेन में किये गये अनुसन्धानकार्य सब प्रकार से बड़े महत्वपूर्ण एवं सफल रहे और एतदर्थ कनीश का नाम वैज्ञानिक इतिहास के सल्फ्यूरिक अम्ल अध्याय में चिरस्थायी हो गया। इन अनुसन्धानों की सफलता का प्रमुख कारण यह था कि एक परम प्रतिभावान् अन्वेषक के दिग्दर्शन में सर्वथा वैज्ञानिक ढंग से समस्या का अनुशीलन किया गया था और दूसरी बात यह थी कि इन प्रयत्नों के पीछे कार्यकर्ताओं का दृढ़ महत्व एवं असीम आर्थिक समर्थन भी था। इस विधा को सफल बनाने में उस समय दम लाव पौण्ड (स्ट्रुडिंग) लगाये गये थे, जो उस समय तक किसी वैज्ञानिक योजना में व्यय की गयी सबसे बड़ी पर-राशि थी। कनीश की समस्याओं और उनके समाधान का सक्षिप्त विवरण निम्न-लिखित है—

(१) गैस में यात्रिकतया चली जानेवाली धूलि का निरमन।

- (२) सस्पर्श उत्प्रेरक की सक्रियता घटने की बिकट समस्या का समाधान। इसे सस्पर्श विषाण कहा जा सकता है। कनीश की परम सफलताओं में इस बात का पता लगाना भी था कि गैस में यदि मृदुतम लेश से अधिक आर्गनिक की मात्रा हुई तो वह उत्प्रेरक की सक्रियता नष्ट करने के लिए पर्याप्त थी।
- (३) सल्फर डाइ ऑक्साइड और ऑक्सीजन के संयोजन की प्रतिक्रिया ऊष्मा-क्षेपक<sup>१</sup> होने के कारण ऊँचे तापों पर सल्फर ट्राइ ऑक्साइड की संभाव्य प्राप्ति में विशेष कमी हो जाती थी। ऊष्मीय परिस्थितियों के अध्ययन से यह पता लगा कि  $SO_3$  की अनुकूलतम प्राप्ति ताप की बड़ी अल्प सीमा के अन्दर ही संभव थी और परिवर्तक (कान्वर्टर) के अन्दर तापसीमा का ऐसा नियमन किया जा सकता था कि अतितापन न हो सके। लेकिन परिवर्तक में निकली तप्त गैसों का उपयोग अन्दर प्रवेश करनेवाली शीत गैसों को गरम करने में किया जा सकता था और इस प्रकार किसी अन्य तापन माध्यम की आवश्यकता न हो।
- (४) कनीश ने यह भी देखा कि सल्फर ट्राइ ऑक्साइड का पूर्ण अवशोषण सल्फ्यूरिक अम्ल की उच्च सांद्रता की बड़ी सकुचित सीमा के भीतर ही संभाव्य था।

१८९७ के एक पेटेण्ट में यह सम्पूर्ण विधा वर्णित है, और आज वह पेटेण्ट रसायन-शास्त्र का एक महत्त्वपूर्ण अंग माना जाता है। यह विधा उन वर्तमान भौति-रासायनिक विधाओं में से सर्वप्रथम है जो आगे चलकर आजकल की सुपरिचित अधिकांश विद्युत् रासायनिक विधाओं को संभवतः प्रतिस्थापित करे।

प्लैटिनम के स्थान पर वैनेडियम ऑक्साइड जैसे सरलता से निष्क्रिय न होने-वाले उत्प्रेरकों का प्रतिस्थापन, गैसों को साफ करने के लिए विद्युत् स्थैतिक<sup>२</sup> (एलेक्ट्रोस्टैटिक) साधनों का प्रयोग तथा सम्पूर्ण विधा के लिए आवश्यक विद्युत्-ऊर्जा में कमी करना इत्यादि इसकी हाल की उपतिथियाँ हैं। जब कच्चे माल के लिए गंधक का प्रयोग होता है तो वायु एवं गंधक के पूर्व-शोषण (प्री ड्राइय) से विधा प्रायः उतनी ही सरल हो जाती है जितनी एक शताब्दी पूर्व प्रस्ताविन फिलिप्स की मूल विधा थी।

गंधक के व्यापार-निषेध (एम्बार्गो) ने अम्लनिर्माण में रसायनज्ञों की अन्वेषण-

<sup>१</sup> Exothermic

<sup>२</sup> Electrostatic



कारी प्रतिभा को प्रेरित करने के अलावा मासिक ज्वालक से प्राप्त लौह-आक्साइड अवशिष्टों में से नॉन-फेरस धातुओं को निकालने की कई विधाओं का प्रजनन भी किया। इस अवशिष्ट में औसतन ३% ताँबा और स्वर्ण एवं रजत को भी लघु मात्रा होती है। १८६५ तक ये अवशेष बेकार समझकर फेंक दिये जाते थे, किन्तु उसी साल हेण्डर्सन ने एक ऐसी रीति निकाली जिससे अवशेष को सामान्य लवण के साथ भूँज कर और भुने हुए मिश्रण का जल से घाव-वेचन<sup>१</sup> (लिक्विवियेशन) करके प्राप्त विलयन में से क्षेप्य लौह की सहायता से ताँबे का अवक्षेपण (प्रेसिपिटेशन) कर लिया जाता था। १८७० में क्लाइडेट ने अवशेषों में से स्वर्ण और रजत निकालने की रीति मालूम की। हेण्डर्सन की विधा में घाववेचन के बाद प्राप्त विलयन में स्वर्ण और रजत क्योराइड भी सामान्य लवण की अधिकता के कारण विलीन रहते थे। क्लाइडेट की रीति में इस विलयन में यशद आयोडाइड डालकर स्वर्ण और रजत का अवक्षेपण कर लिया जाता है और बाद में अवशेषित आयोडाइड को हाइड्रो-क्लोरिक अम्ल की उपस्थिति में धातवीय यशद द्वारा अपक्षिप्त किया जाता है। इस प्रकार विज्ञान के अनुग्रह से सल्फ्यूरिक अम्ल बनानेवालों की आय बढ गयी फलनः अम्ल का दाम भी घट गया। सबसे बड़ा लाभ तो यह हुआ कि अत्यन्त बहुमूल्य वस्तुएँ, जो बेकार समझी जाती थी, प्राप्त होने लगी और उपयोगी सिद्ध हुई।

**क्षार उद्योग**—क्षार उद्योग का इतिहास तो राजनीतिक इतिहास के साथ मिला हुआ है। अठारहवीं शताब्दी में फ्रान्स यूरोप का प्रमुख राष्ट्र था और वहाँ क्षार की काफी बड़ी खपत होती थी, जो दक्षिणी स्पेन से आता था, और वहाँ यह वनस्पतियों से बनाया जाता था। किन्तु सप्तवर्षीय युद्ध में फ्रान्स को क्षार की अपनी आवश्यकता पूर्ति के लिए अन्य साधन ढूँढने पड़े। १७७५ में 'फ्रेन्च अकेडमी ऑफ साइन्स' ने सोझा बनाने की एक व्यावहारिक विधा का आविष्कार करने के लिए २,४०० लीबरा के पुरस्कार की घोषणा की, जो किसी को दिया न जा सका। कुछ वर्ष बाद इयूक ऑफ ऑलियन्स के अपोधिकरी, लिब्लाक ने एक विधा निकाली और सेण्ट डेनिस पर एक कारखाना भी खोला, यह विधा 'लिब्लाक विधा' के नाम से प्रचलित हुई। १७९१ में लिब्लाक को उनकी विधा के लिए एक पेटेण्ट दिया गया, जिसमें उस विधा की मुख्य-मुख्य विशेषताओं का वर्णन है। उल्लेखनीय तथ्य यह है कि इस पेटेण्ट में लिखी बातें आज की तथ्याकथित विकसित विधा से बहुत अधिक भिन्न नहीं हैं। उप-

युक्त कारखाना १७९३ तक सफलतापूर्वक काम एवं उन्नति करता रहा, लेकिन उन्नीस वर्ष फ्रान्सीसी क्रान्तिकारियों ने ड्यूक ऑफ ऑलिवन्स को मार डाला तथा कारखाने को जल करके उसकी आम बिक्री कर दी। फ्रान्सीसियों के बहुत समय तक निरन्तर अलग हा जाने के कारण उन्हें अपने ही प्राकृतिक पदार्थों पर आश्रित रहना पड़ा। 'कॉमिटी ऑफ सेप्टी' ने लिब्लाक के पेटेण्ट को निष्प्रभावी कर दिया और राज्य के हित में अपनी विधा का रहस्योद्घाटन करने के लिए उसे बाध्य किया। बेचारे लिब्लाक का इस प्रकार दुःखद विनाश हो गया, उसको अपने कारखाने एवं विधा के बदले जो मुआवजा मिला वह केवल एक मजदूर था। अकेडमी का पूर्व-घोषित पुरस्कार भी उसको न मिला। १८०६ में उसने दरिद्रता और निराशा में अपने ही हाथों अपना प्राण गवाया। ८० वर्ष बाद पेरिस के 'कॉन्वेंटॉयर ऑफ आर्ट्स' में उसकी स्मृति में उसकी एक प्रतिमा स्थापित की गयी। इन व्यवहारों का फल यह हुआ कि फ्रान्स में सोडा उद्योग कभी न पनपा और वहाँ लिब्लाक के महत्वपूर्ण आविष्कार से वर्षों तक कोई लाभ न उठाना जा सका। १८१४ में लिब्लाक विधा इंग्लैण्ड में चालू की गयी और १८२३ में लिबरपूल के पाम जेम्स मसप्राट नामक एक आयरिशमैन ने एक बड़ा कारखाना खोला। मसप्राट ने ही उसके पहले माल में एक सल्फ्यूरिक अम्ल का सयत्र भी चलाया था। उस समय से इंग्लैण्ड में मोडा उद्योग उत्तरोत्तर उन्नति करता गया जब कि फ्रान्स में वह प्रायः उपेक्षित ही रहा।

लिब्लाक विधा में सामान्य लवण के विच्छेदन के लिए सल्फ्यूरिक अम्ल का प्रयोग होता है और प्राप्ति मन्फ्रेट को चाक और थोड़े कोयले के साथ एक प्रतिक्षेपी (रिवर्बेरेटरी) भट्ठी में तप्त किया जाता है, और फिर शीत अथवा गुनगुने जल से उसका धाववेचन (लिविजिफेशन) किया जाता है। इस प्रकार प्राप्त विलयन को उद्वाष्पित करके सुखाया जाता और ठोम अवशेष को बुरादे के साथ एक भट्ठी में निस्तप्त (कैल्साइन) किया जाता है। इससे सोडा ऐश अर्थात् अपरिष्कृत सोडियम कार्बोनेट प्राप्त होता है, जिसे तप्त जल में विलीन करके कैल्साइन द्वारा शुद्ध सोडियम कार्बोनेट तैयार किया जाता है। यदि सोडा ऐश के विलयन को चूने से उपचारित किया जाय तो दह सोडा (कॉस्टिक सोडा) बन जायगा। लवण, कोयला, चाक तथा सल्फ्यूरिक अम्ल इस विधा की आवश्यक वस्तुएँ हैं। इनमें से प्रथम तीन की प्रचुर मात्रा तो प्रकृति प्राप्ति होती है, रही वन सल्फ्यूरिक अम्ल की, सो मोडा उद्योग के समारम्भ से पहले यह अम्ल काफी महंगा था और सरलता से सुलभ न था। इसका मुख्य कारण यह था कि इसकी सपत ही इतनी कम थी कि बड़े परिमाण पर इसे बनाने की कोई आवश्यकता ही नहीं पड़ी। यह तो लिब्लाक विधा में सल्फ्यूरिक अम्ल की आवश्यकता

पूरी करने के लिए इस अम्ल की विपुल राशि उत्पन्न करनी पड़ी। यद्यपि कालान्तर में लिब्लाक विधा के स्थान पर मॉलवे की विधा प्रचलित हो गयी लेकिन हमें यह न भूलना चाहिए कि सल्फ्यूरिक अम्ल का उत्पादन बढ़ाने और उसे एक सस्ती उत्पत्ति के रूप में प्रस्तुत करने का प्रथम श्रेय लिब्लाक की विधा को ही है, और इसी सल्फ्यूरिक अम्ल से आवश्यक सहस्रो अन्य वस्तुएँ सुलभ हो गयी हैं।

किसी चीज को बेकार न जाने देना वर्तमान प्रौद्योगिकीविदों का एक बड़ा भारी ध्येय होता है। किसी उत्पादन का दाम अधिकांशतः उनके बच्चे माल एवं उनके उपजातों के उत्तम उपयोग पर निर्भर होता है। सार उद्योग में इनके अनेक उदाहरण हैं। लिब्लाक विधा में प्रतिशेपी (रिवर्बरेटरी) मट्टी से प्राप्त उत्पत्ति के धावबेधन (लिक्विडिफिकेशन) के बाद बचे ठोस को सारक्षेप्य (ऐलकली बेस्ट) कहते हैं इसमें ३०% कैल्शियम सल्फाइड होता था, जिसमें मूल सल्फ्यूरिक अम्ल का गंधक विद्यमान होता था। पहले यह पदार्थ न केवल एकदम बेकार माना जाता था बल्कि महान् अनुश्रम का साबन या क्योंकि यों ही खुला छोड़ देने से इसमें से दुर्गन्धयुक्त सल्फ्यूरिटेड हाइड्रोजन संचारित होता था। यह रसायनज्ञों के सामने एक समस्या थी और आखिरकार उन्होंने इस क्षेप्य पदार्थ में से गंधक निकाल लेने की युक्ति ईड निकानी। बहुत सी रीतियाँ प्रयुक्त हुईं लेकिन उनमें से चाल्न्-क्लास की रीति सफल हुई। इन विधा में सारक्षेप्य का जल के साथ लेप बनाकर उस पर कार्बन डाइ ऑक्साइड की प्रतिक्रिया करायी जाती, यह (CO.) पत्थरधूना जलाकर अथवा मट्टी-गैस से प्राप्त किया जाता था। उन्मुक्त सल्फ्यूरिटेड हाइड्रोजन को तप्त फेरिक ऑक्साइड की उपस्थिति में वायु की नियमित मात्रा के साथ सावधानी से जलाकर प्रायः शुद्ध गंधक प्राप्त कर लिया जाता है।

लिब्लाक विधा में केवल सारक्षेप्य (ऐलकली बेस्ट) ही एक अवशिष्ट उप-पदार्थ नहीं था। विधा के प्रथम चरण में ही सल्फ्यूरिक अम्ल द्वारा लवण के उपचार से हाइड्रॉक्सीरिक अम्ल विमोचित होता था, प्रारम्भिक दिनों में इसका कोई उपयोग ज्ञात न होने के कारण उसे एक गैस के रूप में हवा में छोड़ दिया जाता था। इनका फल यह हुआ कि कारखाने के चारों ओर मीलों तक धानु के बने बरतनों का तीव्र संचारण तथा फनल और वनस्पतियों का विनाश होने लगा, जो वहाँ के निवासियों और कारखाने के मालिकों के बीच सघर्ष और मुकदमेवाजों का कारण बना। गैस का अवशोषण ही प्रत्यक्ष उपाय था। इसके लिए अनेक बड़े-बड़े कारखानों में गैनित्र द्वारा १८३६ में आविष्कृत बॉक्मरे धावक लगाने गये। १८६३ में प्रथम सार-अधि-नियम (ऐलकली ऐक्ट) पारित हुआ, जिनके अनुसार कारखानों में निषेधनवाली

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल गैस का कम से कम ९५% अवशोषित करना अनिवार्य हो गया। यह नियम अनुगामी विधान से और भी कठोर बन गया। उस समय इंग्लैंड में प्रति सप्ताह ३,००० टन हाइड्रोक्लोरिक गैस उत्पन्न हो रही थी। इस आंकड़े से समस्या की विकटता का अनुमान लगाया जा सकता है। निर्माताओं ने जब इस गैस के अवशोषण के लिए प्रयत्न किया और तदर्थ धन व्यय करने लगे तो उन्हें अपनी इस लापरवाह मर्यादा के बदले कुछ प्राप्त करने की बिना हुई। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में स्वतंत्र क्लोरीन विमुक्त करना ही उन्हें एकमात्र उपाय सूझ पड़ा, क्लोरीन गैस एक दक्षिणाली विरजक जो था।

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में क्लोरीन प्राप्त करने की सर्वप्रथम रीति में मैंगनीज डाइआक्साइड का प्रयोग किया गया। मैंगनीज डाइआक्साइड खनिज पाट्रो-लुमाइट के रूप में पाया जाता है। इस प्रतिक्रिया में मैंगनीज क्लोराइड बनता था, जो प्रारम्भ में व्यर्थ समझ कर फेंक दिया जाता था। विज्ञान ने निर्माताओं की पुनः सहायता की और केलहन के आविष्कार से इस क्षेप मैंगनीज क्लोराइड विलयन पर चूने और वायु की क्रिया से मैंगनीज डाइआक्साइड का पुनर्जनन किया जाने लगा जो क्लोरीन उत्पादन विधा में ही मूल खनिज मैंगनीज डाइआक्साइड की भांति इस्तेमाल किया जाने लगा। इस प्रकार इस विधा में मैंगनीज डाइआक्साइड केवल एक कारक की भांति प्रयुक्त होता अब उसकी एक ही राशि बार-बार इस्तेमाल की जा सकती थी। यथार्थ प्रतिकर्मक तो वायुमण्डलिक ऑक्सीजन ही होता था। आगे चलकर डीकन ने वायुमण्डलिक ऑक्सीजन के अनाथित प्रयुक्ति की एक नयी रीति निकाली। उन्होंने अनुभव किया कि यदि हाइड्रोक्लोरिक अम्ल गैस और वायु के मिश्रण को ताप लवणों में व्याप्त तप्त ईंटों पर से पार कराया जाय तो क्लोरीन गैस और जल उत्पन्न हो जाता है, ताप लवण केवल उत्प्रेरक का काम करते हैं। इन रीतियों से बनी क्लोरीन गैस को वृंशायें चूने में संयुक्त करके ऑर्चिंग पाउडर तैयार किया जाने लगा, जिसका प्रयोग मुख्यतः बपान एवं कायज बनाने की लकड़ी के विरजनाय होता था।

सोडा बनाने के लिए निम्नलिखित विधा का आविष्कार रसायनिक प्रतिभा का एक बड़ा उत्तम दृष्टान्त था, और पहले व्यर्थ एवं कष्टप्रद ममत्ते जानेवाले उप-जानों में अन्य उपयोगी वस्तुएँ बना लेना भावी रसायनिक उद्योग के विकास का आधार बन गया। रसायन की औद्योगिक प्रतिक्रियाओं के संचरण के लिए ठाम उत्प्रेरकों का व्यापक प्रयोग सर्वप्रथम सार उद्योग में लगे रसायनज्ञों की ही देन थी। सल्फ्यूरिक अम्ल का महत्व अब उनकी अधिकाधिक मांग केवल सार उद्योग में उसकी प्रसुति

के कारण बढ़ी। किन्तु उप-जातों की अनेकता के कारण डम विद्या का ऊपरी व्यय इतना बढ़ गया कि सोडा एवं ब्लैचिंग पाउडर की सुमतुलित मांग पर ही उसकी मरम्मत आर्थिक व्यवस्था आधारित हो सकी। किन्तु वस्तुस्थिति यह थी कि सोडा की मांग ब्लैचिंग पाउडर की अपेक्षा कहीं अधिक थी, अतः सोडा उत्पन्न करने की कोई ऐसी विद्या निकालने की आवश्यकता हुई जिसमें कोई उप-जात न हो। इसी प्रयत्न के परिणामस्वरूप अमोनिया-सोडा विद्या का जन्म हुआ।

सोडियम कार्बोनेट बनाने की इस विद्या में सोडियम, नमक (सोडियम क्लोराइड) एवं कार्बोनेट, कैल्सियम कार्बोनेट से प्राप्त होता है। सोडियम क्लोराइड एवं कैल्सियम कार्बोनेट की परस्पर प्रतिक्रिया से सोडियम कार्बोनेट और कैल्सियम क्लोराइड बन जाना बड़ी सरल बात-सी लगती है, किन्तु इस प्रतिक्रिया के माप-माप मुक्त ऊर्जा की भी वृद्धि होने से यह स्वतः अप्रसर नहीं होती। इसलिए कुछ ऐसी प्रतिक्रियाओं का सम्मिश्रण करना पड़ा, जिनके परिणामस्वरूप उपर्युक्त प्रतिक्रिया संचालित हो सके एवं जिसमें चूना-पत्थर के विच्छेदनार्थ आवश्यक ताप के रूप में ऊर्जा का प्रयोग हो सके। यही 'अमोनिया-सोडा' अर्थात् 'साल्वे विद्या' के रूप में विकसित हुआ। इस विद्या में सामान्य लवण के अमोनियाई विलयन में कार्बन डाइ ऑक्साइड की क्रिया से सोडियम बाइ कार्बोनेट उत्पन्न किया जाता है। सोडियम बाइ कार्बोनेट का केलासन हो जाता है तथा अमोनियम क्लोराइड विलयन में रह जाता है। इस विलयन में चूना डालकर तप्त करने में पुनः प्राप्त अमोनिया फिर से इस्तेमाल किया जा सकता है। कारखाने में हो चुने को जला करके कार्बन डाइ ऑक्साइड बनाया जाता और शेष आवश्यकता सोडियम बाइ कार्बोनेट को श्वेजु कार्बोनेट बनाने में निकली गैस से पूरी होती है। लवण विलयन सीधे लवण-जल गतों में से पम्प किया जाता है।

१८३८ में डायर और हेमिंग द्वारा पेटेण्ट करायी गयी विद्या की रामायनिक प्रतिक्रियाएँ यद्यपि सरल थीं, किन्तु उनके क्रियाकरण में महती यांत्रिक कठिनाइयाँ उत्पन्न हुईं। १८५५ में इन्डोएमिंग और रोलैण्ड ने इस विद्या का बड़े पैमाने पर प्रयोग करने का प्रथम प्रयास किया तथा पेरिस के निकट एक कारखाना स्थापित किया। किन्तु दो साल के बाद भी कठिनाइयाँ ज्यों की त्यों रही, अतः यह योजना त्याग दी गयी। १८६३ में मोन्वे ने ब्रुमेन्स के निकट एक निर्माणी स्थापित की, पेटेण्ट तो वे दो वर्ष पूर्व ही ले चुके थे। अपने धर्म एवं पुरस्कार में वे बाफी मफ़्त हुए और १८७२ में नैन्सी के पास उन्होंने एक और बड़ा कारखाना खोला। इसके दो वर्ष बाद लडविग मॉण्ड ने साल्वे पेटेण्ट के ही अन्तर्गत इस विद्या को इंग्लैण्ड में चार्ट किया। उन्होंने

अपने सहभागी जॉन ब्रूनर को मिला कर 'ब्रूनर, मॉण्ड ऐण्ड कम्पनी' के नाम से एक संस्थान प्रारम्भ किया और एक मयत्र लगाया जिसमें नाबिच के प्राकृतिक लवण-जल का प्रयोग किया जाने लगा। १८९० तक साल्वे विधा में सोडियम कार्बोनेट का उत्पादन पुरानी लिब्लाक विधा की अपेक्षा अधिक होने लगा। इस नयी विधा के कई निर्विवाद लाभ भी हैं। प्राकृतिक लवण-जल के प्रयोग का लाभ पुरानी विधा में न था। साल्वे विधा बड़ी स्वच्छ है एवं इससे प्राप्त पदार्थ भी अधिक शुद्ध होता है। फिर भी बहुत दिनों तक दोनों विधाएँ प्रयुक्त होती रही। अन्य उद्योगों की आवश्यकता भर क्लोरीन उत्पन्न करने तक लिब्लाक विधा से सोडा बनता और शोप साल्वे की अमोनिया-मोडा विधा से।

काच और साबुन के दो ऐसे उद्योग हैं जिनमें सोडा की सर्वाधिक खपत होती है। वस्त्रोद्योग एवं रसद्वय निर्माण में भी इसकी विपुल मात्राएँ प्रयुक्त होती हैं। स्वच्छ-कारक के रूप में भी सोडा केलासो का अच्छा उपयोग होता है। लुगदी एवं कागज उद्योग में, जल के मृदुकरण के लिए, पेट्रोलियम के परिष्करणार्थ तथा अनेक धातु-कर्म विधाओं में 'द्रावक' के रूप में भी सोडा का प्रयोग होता है। अभी हाल में परिष्कृत पिन कोहे एवं टस्पात के ढंके हुए गरिवर्तको (कॉन्वर्टर) के निर्माण में मोडा का इस्तेमाल किया जाने लगा है, इससे उनमें गंधक की मात्रा कम हो जाती है। सोडियम कार्बोनेट विलयन को चूने में उपचारित करने पर दह-मोडा तैयार हो जाता है। पहले समस्त और अब भी अधिकांश दह-सोडा इमी विधा में बनाया जाता है। सोडियम कार्बोनेट के सीत विलयन में कार्बन डाइ ऑक्साइड पार कराने से सोडियम बाइ कार्बोनेट बन जाता है, 'बैकिंग पाउडर' का महत्वपूर्ण सघटक होने के अलावा इसका औषधीय प्रयोग भी होता है। जलीय विलयन में केलासित करके सशोधित सोडियम कार्बोनेट भी भौषजिक कामों के लिए प्रयुक्त होता है।

लवण-जल (ब्राइन) अर्थात् सोडियम क्लोराइड के जलीय विलयन का जब विद्युदाशन (एलेक्ट्रोलिसिस) किया जाता है तो धनाग्र (ऐनोड) पर क्लोरीन का उद्विकास होने लगता है और दूसरी ओर ऋणाग्र पर हाइड्रोजन और जलीय विलयन में दह सोडा बन जाता है। यद्यपि इस विद्युदाशन (एलेक्ट्रोलिसिस) की प्रकृति का अनुशीलन लगभग १०० वर्ष पूर्व किया गया था, किन्तु इसका वाणिज्यिक विदोहन तो तब तक संभव न हो सका जब तक मस्ती विजली न प्राप्य हुई। इस प्रकार की

विद्युदाशिक रीतियों में अन्य रासायनिक पदार्थ भी बड़ी सीधी रीति से बनाये जा सकते हैं। इस विधा के लिए सोडियम क्लोराइड नदस अप्रतिक्रियाशील यौगिक आवश्यक कच्चे पदार्थ का काम करते हैं और ऊर्जा तो सीधे विद्युत ऊर्जा के रूप में ही प्राप्त होती है। यद्यपि लवण-जल के विद्युदाशन का सिद्धान्त तो बहुत सरल है, लेकिन इसे वाणिज्यिक रूप से सफल बनाने के लिए रसायनज्ञों एवं प्रौद्योगिकीविदों को सघन प्ररचना (प्लान्ड डिजाइन) तथा वास्तविक क्रियाकरण की अनेक कठिनाइयों का निराकरण करना पड़ा। एक प्रकार के आधुनिक सेल<sup>१</sup> में घनाम<sup>२</sup> कार्बन के तथा ऋणाग्र<sup>३</sup> पारद के धने होते हैं। इस सेल में ऋणाग्र पर सोडियम विमुक्त होकर पारद के मग सम्मोक्त (अमलामेट) हो जाता है। सोडियम का यह सरम<sup>४</sup> (अम-लाम) बह कर दूसरे क्षण में चला जाता है जहाँ वह जल की एक धार से विच्छेदित हो जाता है, इसी के फलस्वरूप दह-सोडा और हाइड्रोजन तैयार हो जाता है तथा पारद फिर से इस्तेमाल करने के लिए शेष बच रहता है।

लवण-जल के विद्युदाशन से दह-सोडा के उत्पादन के कारण सोडियम कार्बोनेट को चूने से उपचारित करके उम उत्पन्न करने की पुरानी रीति पर कोई विरोध प्रभाव नहीं पड़ा और वह पूर्ववत् चलती रही। इन दोनों विधाओं के सह-अस्तित्व के स्थूल आर्थिक कारण प्रायः वही रहे जो सोडा बनाने की सौत्वे तथा लिग्नाक विधाओं के साथ-साथ चलने के थे। हाँ, यह बात विद्युदाशिक विधाओं के परिपूर्ण होने के पहने की है। विद्युदाशन से दह-सोडा का उत्पादन तभी तक लाभप्रद हो सकता है जब तक उमझी उप-जात वस्तु क्लोरीन की क्षपण हो सके। जब क्लोरीन की औद्योगिक माँग की पूर्ति हो जाती है तब सोडियम कार्बोनेट से ही अतिरिक्त दह-सोडा तैयार किया जाता है।

दह-सोडा का सबसे अधिक उपयोग साबुन और कृत्रिम रेशम बनाने में होता है। साबुन बनाने के लिए पशु अथवा वनस्पति बसा का दह-सोडा के साथ पाचन किया जाता है। इस प्रतिक्रिया से साबुन और ग्लिसरीन दो चीजें तैयार होती हैं। ग्लिसरीन तो मुख्यतः नाइट्रो-ग्लिसरीन बनाने में लगती है, जिससे डायनामाइट बनता है। और दह-सोडा विलयन में वाष्प की लुगदी को बिलीन करना कृत्रिम रेशम उत्पादन का प्रथम चरण है। सूती वस्त्रों के मर्मरीकरण में तथा कोलतार रजसों के निर्माण के विविध पदों पर दह-सोडा की आवश्यकता होती है। रमद्वयों के निर्माण, पेद्रों-

लियम के परिष्करण, कामज के उत्पादन एवं खर के उपादेयकरण (रिवर्जिंग) जैसी अनेक विधाओं में इसका प्रयोग होता है।

क्लोरीन का मुख्य औद्योगिक उपयोग क्लोचिंग पाउडर बनाने में होता है। विशेष प्रयोजनों के लिए अन्य विरजनकारकों के निर्माण में भी इसकी गणना होती है। जैसे दह-मोडा के रीन विलयन में क्लोरीन पार कराने से मोडियम हाइपो क्लोराइट बन जाता है, जिसे कृत्रिम रेथम निर्माण में प्रयुक्त होनेवाले कच्चे मालों के विरजनार्थ प्रयोग किया जाता है। यह मोडियम हाइपो क्लोराइट कृत्रिम इण्डियो निर्माण के एक पद में प्रयुक्त होता है। लवण-जल के विद्युदायन की दो उत्पत्तियों—हाइड्रोजन एवं क्लोरीन के पुनः संयोजन से उत्तम शुद्धतावाले हाइड्रॉक्लोरिक अम्ल का उत्पादन भी इसका अच्छा उदाहरण है। फॉस्जीन तथा मस्टर्ड गैस जैसी विषाक्त गैसों का निर्माण (जिसे क्लोरीन लगती है) तथा उनका प्रयोग तो रसायन-विज्ञान के उन दुरूपयोगों में से है जिन्हें सब लोग भलीभांति जानते हैं। क्लोरीनीकृत वेस्कीनो सदृश जल उद्योग के अम्ल स्रोतों के निर्माण में भी क्लोरीन बहुतायत में प्रयुक्त होती है। क्लोरीन गैस और गंधक के अनाश्रित संयोजन से मत्सर क्लोराइट बन जाता है, जो खर उद्योग में उत्तम विलायक का काम देता है। इसके अनिरिक्त स्वयं खर का भी क्लोरीनीकरण किया जाता है क्योंकि क्लोरीनीकृत खर विक्षेप रूप से अम्ल और क्षारमह और अप्रज्वलनशील होता है।

मोडियम क्लोराइट तथा अन्य किसी पदार्थ के विद्युदायन में उसके ताप, विलयन के मादण एवं विद्युत् धारा के सामर्थ्य—जैसी परिस्थितियों में यदि अन्तर किया जाय तो उत्पत्तियों की प्रकृति में भी परिवर्तन उत्पन्न किया जा सकता है। ताप के नियमन, विलयन के विचालन, हाइड्रॉक्लोरिक अम्ल की नियमित मात्रा मावधानी से डालने तथा थोड़ा डाइक्रोमेट डाल देने से क्लोरीन का उद्विकासन (इसोल्यूशन) कम हो जाता है और मोडियम क्लोरेट उत्पन्न होता है, जो एक शक्तिशाली ऑक्सीकारक है। ऐसी ही परिस्थिति में पोटामियम क्लोराइट के विद्युदायन में पोटामियम क्लोरेट बनता है। ये दोनों लवण दिधानाग्राई तथा विस्फोटकों के निर्माण में इस्तेमाल होते हैं। मोडियम क्लोरेट निरौनामारक (बीड किलर) के रूप में भी प्रयुक्त होता है। मोडियम क्लोरेट के प्रबल विरजन का न्यून ताप पर विद्युदायन करने से मोडियम परक्लोरेट तैयार होता है, जो और भी उच्च ऑक्सीकृत यौगिक है। यह भी विस्फोटक उद्योग में प्रयुक्त होता है।

नाइट्रोजन के यौगिक—महत्त्वपूर्ण भारी रसायनों के उत्पादन में कच्चे माल की तरह नाइट्रोजन का प्रयोग इसी शताब्दी की देन है। वायुमण्डल का चार-पाचवाँ



भाग नाइट्रोजन गैस है, जो रासायनिकतः बड़ा ही निष्क्रिय पदार्थ है और इसमें साधारणतया अधिकांश पदार्थों से संयोजन अथवा प्रतिक्रिया करने की शक्ति भी प्रवृत्ति नहीं होती। इसका यह तात्पर्य नहीं कि नाइट्रोजन के यौगिक विरले अथवा महत्वहीन होते हैं, वस्तुस्थिति इसके प्रायः विलकुल विपरीत है, क्योंकि नाइट्रोजन के यौगिक तो जीवित प्राणियों के सबसे अधिक उच्चरी सघटक होते हैं। लेगुमिनस जाति की वनस्पतियों में वायुमण्डलिक नाइट्रोजन से उसके यौगिक बनाने की विशेष क्षमता होती है और इस प्रकार ये वनस्पतियाँ पशु-जगत् के लिए आवश्यक मनुष्य नाइट्रोजन उपलब्ध करती रहती हैं।

भारी रसद्रव्य उद्योग में नाइट्रोजन के वे यौगिक महत्वपूर्ण माने जाते हैं जो इसके और ऑक्सीजन तथा हाइड्रोजन के संयोजन से बनते हैं। अमोनिया नाइट्रोजन और हाइड्रोजन का यौगिक है। १९०८ तक इसका एकमात्र वाणिज्यिक स्रोत कॉम्प्ले-आमोन था, जिसके एक उप-जात के रूप में यह प्राप्त होता था। उसी समय हाबर नामक एक जर्मन रसायनज्ञ के कार्यों के परिणामस्वरूप नाइट्रोजन और हाइड्रोजन के सीधे संयोजन से अमोनिया तैयार करने के लिए उसका प्रयोगात्मक निर्माण शुरू किया गया।

हाबर ने वैज्ञानिक प्रयोगों तथा उनके निष्कर्षों से यह दिखा दिया था कि प्रति घन इंच पर ३००० पौण्ड के दाब और ५०० से० ताप पर एक उपयुक्त उत्प्रेरक की उपस्थिति में नाइट्रोजन और हाइड्रोजन का सीधा संयोजन संभव है। अनुगामी प्रयोगों के फलस्वरूप उपयुक्त एवं कार्यक्षम उत्प्रेरक का भी आविष्कार हो सका। चुम्बकीय लौह ऑक्साइड के अपचयन (रिडक्शन) से उत्पन्न लौह इसका एक उदाहरण है। उत्प्रेरकों की कार्यक्षमता केवल उनकी रासायनिक प्रकृति पर ही निर्भर नहीं होती बल्कि अधिक महत्त्व उनकी भौतिक अवस्था एवं उनके बनाने की रीति का होता है। १९१३ में अमोनिया उत्पादन की यह रीति जर्मनी में पूर्णरूपेण विद्यमान हो चुकी थी और उत्पादन भी पूरे परिमाण में हो रहा था। जर्मनी के लिए १९१४—१९१८ के युद्धकालीन वर्षों में यह बड़ा ही महत्वपूर्ण था। इंग्लैंड में तो इस विधा का वाणिज्यिक क्रियाकरण केवल प्रथम युद्ध के बाद संभव हुआ।

सामान्य परिस्थिति में जब अमोनिया को जलाया जाता है तो हाइड्रोजन के आस्मीकरण से जल बन जाता है जब कि नाइट्रोजन अपनी स्वतन्त्र अवस्था में विमुक्त हो जाता है। लेकिन अगर तप्त प्लैटिनम उत्प्रेरक के ऊपर से अमोनिया और ऑक्सीजन के एक मिश्रण को पार कराया जाय तो हाइड्रोजन और नाइट्रोजन दोनों का आक्सीकरण हो जाता है। इस प्रकार उत्पन्न नाइट्रिक ऑक्साइड को माधारण ताप

एव हवा और जल की उत्स्थिति में नाइट्रिक अम्ल के रूप में परिवर्तित किया जाता है। इस विगुह वैज्ञानिक मश्लेषण के बिना जर्मनी प्रथम महायुद्ध में चार वर्षों तक कदापि नहीं टिक सकता था।

वनस्पति एव पशु जीवन के लिए नाइट्रोजन एक अनिवार्य तत्त्व है, और जीवित प्राणियों के लाभार्थ इसके मिट्टी में वितरण, विविध रूपान्तरण और पुन वायुमण्डल में लौटने का जो चक्र चलता रहता है, वह प्रकृति की सुन्दर व्यवस्था का एक आश्चर्य-जनक दृष्टान्त है। मनुष्यों के बहुजनन एव शहरों में एकत्र विनाल जनमल्ला तथा अवशिष्ट पदार्थों के विखर्जन के तरीकों के कारण इस प्राकृतिक मनुलन में बाधा पड़ी है। १८९८ में सर विनियम कुक्स ने 'ब्रिटिश असोमियेशन' में भाषण करते हुए वैज्ञानिक जगत् के सम्मुख यह तथ्य प्रगट किया था कि यदि वनस्पतियों के द्वारा परिपाचन (अमीनिफिकेशन) योग्य किसी रूप में वायुमण्डलिक नाइट्रोजन का स्थिरीकरण न किया जा सके या जनमल्ला की वृद्धि न रोकी जा सके तो मानव मात्र के सामने न केवल लाघाभाव की समस्या उत्पन्न होगी वरन् वे मचमुच भुखमरी के शिकार हो जायेंगे।

यद्यपि चीली की खानों में छार नाइट्रेट के रूप में परिपाच्य (अमीनिफिकेबल) नाइट्रोजन का बड़ा भण्डार है तथा समार के कुछ अन्य भागों में भी अपेधाकृत नाइट्रोजन की कम मात्रावाले पक्षि-खाद (बर्ड मैन्योर) की बड़ी-बड़ी खानें हैं, फिर भी सारे समार की आवश्यकता के सामने उनकी समस्त मात्रा नितान्त अपर्याप्त है। यों कांयले की आसवन विधाओं से प्राप्त होनेवाले नाइट्रोजन की मात्रा भी वैसे काफी बड़ी होती है, लेकिन प्राप्य पूरक नाइट्रोजन की कुल मात्रा सर्वथा अपूर्ण है।

उपर्युक्त तथ्यों से यह वर्षों पहले ही स्पष्ट हो गया था कि धरती माता से एक दाने के स्थान पर दो दाना प्राप्त कर सकना ही मनुष्य के सामने सबसे बड़ा रसायनिक काम था।

वायुमण्डल में तत्त्वीय रूप में विद्यमान नाइट्रोजन ही हमारे लिए उसका सबसे बड़ा स्रोत है। अनुमान है कि प्रति एकड़ भूमि के लिए वायुमण्डल में १४८,००० टन नाइट्रोजन है और यह कल्पनानीत है कि नाइट्रोजन का यह असीम भण्डार शीघ्र समाप्त हो जायगा, और फिर यह बहुमूल्य तत्त्व धरती तल के किसी भाग में वायुमण्डल से प्राप्त किया जा सकता है। वायुमण्डल से नाइट्रोजन को परिपाच्य (एमिनिफिकेबल) रूप में प्राप्त करके प्रकृति के इस महान् स्रोत का विदोहन रसायन-विज्ञान के सम्मुख एक चुनौती बन गया। रसायनज्ञों द्वारा की गयी मानव मात्र की समस्त सेवाओं में शायद ही कोई इसका मुकाबला कर सके और फिर वायुमण्डलिक नाइट्रोजन

सन्निधन किया गया फिर भी इसे कभी सफल न बनाया जा सके। इस असफल प्रयास का यद्यपि कोई कृपि-ध्येय न था, लेकिन नाइट्रोजन स्थिरीकरण की तीन बड़ी औद्योगिक रीतियों में से एक के आविष्कार की ओर इसने अवश्य इंगित किया।

इस विधा का अनुशीलन करते समय कारो और फ्रैंक ने यह ठीक अनुमान किया कि धारीय मृदा सायनाइडों के उत्पादन में मवादी कार्बाइड का बनना अन्तःस्थ पद था। उन्होंने यह भी देखा कि कैल्सियम लवण बनाने समय प्रतिक्रिया सायनाइड बनने तक ही सीमित नहीं रहती बल्कि नाइट्रोजन की ओर मात्रा अवशोषित होने से कैल्सियम सायनामाइड ( $\text{CaCN}_2$ ) बन जाता है। इन अवलोकनों एवं अनुभवों पर आधारित नाइट्रोजन स्थिरीकरण की प्रथम महत्वपूर्ण यांत्रिकता का विकास किया गया। इस विधा के विभिन्न पदों का पृथक्करण बड़ा प्रभावी मिश्र हुआ, अतः प्रथम चरण में केवल कार्बन द्वारा धूने के अपचयन में स्वतंत्र रूप में कैल्सियम कार्बाइड तैयार होने लगा। इसी के साथ-साथ वायु में से नाइट्रोजन और ऑक्सीजन का पृथक्करण कर लिया जाता है, तथा अन्तिम पद में कैल्सियम कार्बाइड द्वारा शुद्ध नाइट्रोजन का अवशोषण कराके कैल्सियम सायनाइड तैयार किया जाता है। प्रथम प्रतिक्रिया विद्युत् भट्ठी में करायी जाती तथा उसमें बड़ी ऊर्जा लगती थी। इसलिए मस्ती ऊर्जा की आवश्यकता हुई और कारखाने को ऐसे स्थान पर बनाना पड़ा जहाँ हाइड्रो एलेक्ट्रिक शक्ति सुलभ थी। वायु में नाइट्रोजन प्राप्त करने के लिए तरलन एवं आमचन विधियों का आश्रय लेना पड़ा। प्रथमतः यह बड़ी महँगी विधा जान पड़ी, विशेषतः इसलिए कि कम में कम ९९८° गुरुता की गैस आवश्यक थी। किन्तु अन्त में वस्तुस्थिति सर्वथा ऐसी न रही क्योंकि इस क्रिया में प्रयुक्त उष्मा तथा ऊर्जा की पुनराप्ति (रीकु-पेरेंटिंग) की रीतिर्या निकाली गयी और इञ्जीनियरी के सम्पन्न माज-सामान की सहायता से कैल्सियम सायनाइड उत्पादन के सकलित मूल्य की तुलना में केवल नाइट्रोजन का मूल्य प्रायः नगण्य-सा हो गया।

कैल्सियम कार्बाइड के नाइट्रीकरण के लिए उसके सूक्ष्म चूर्ण के साथ तनिक दाब पर नाइट्रोजन का सस्पर्श कराया जाता। शुद्ध कैल्सियम कार्बाइड की अपेक्षा वाणिज्यिक कार्बाइड अधिक प्रतिक्रियाशील होता है, लेकिन इसके साथ एवं १,१००° से० के उच्च ताप पर भी उपर्युक्त प्रतिक्रिया बड़ी मन्द गति से अग्रसर होती थी। किन्तु उत्प्रेरक की सहायता से इसकी गति बड़ी त्वरित हो जाती है। इसके लिए कैल्सियम फ्लुओराइड उपयुक्त उत्प्रेरक है। इसकी सहायता से १,००० से० से भी कम ताप पर २१-२३% नाइट्रोजन मात्रावाली उत्पत्ति घूमर-काल ठोस पिण्ड के रूप में प्राप्त हो जाती है।

यह अपरिष्कृत मायनाइड एक उर्वरक के रूप में प्रयुक्त होता है और यही इसका मुख्य महत्व भी है। फ्रैंक ने १९०१ में ही इसके उपयोग का उल्लेख किया था। कैल्मियम मायनाइड में १-२% कैल्मियम कार्बाइड भी होता है, जो आर्द्र करने पर एमिटिलीन गैस के रूप में उन्मुक्त हो जाता है। इसलिए मायनाइड को पीसकर उस पर पानी छिड़कने से अवशिष्ट कार्बाइड तथा स्वतंत्र-चूना नष्ट हो जाते हैं। इसके बाद इसका रवा बना लेने से इसका इस्तेमाल करना सरल एवं सुरक्षित हो जाता है।

इन रासायनिक विधाओं की सहायता से वायुमण्डल के नाइट्रोजन को ऐसे रूप में आवृद्ध किया जा सक्ता है जिसमें वह बड़े परिमाण में वनस्पतियों के लिये सुलभ हो जाय। चीनी की नाइट्रर खानों की तुलना में कैल्मियम मायनाइड के उत्पादन से कृषि की कुछ कम सहायता नहीं हुई है। इसकी उत्पादन विधा में मुख्य विद्युत शक्ति, कोक और कोयले का खर्च है। लगभग ९०% शक्ति तो केवल कैल्मियम कार्बाइड बनाने में लग जाती है तथा मायनाइड के रूप में स्थिरीकृत एक टन नाइट्रोजन की उत्पत्ति में लगभग डेढ़ टन कोयला खर्च होता है।

एक निपीडतापक यानी आटोक्लेव में मायनामाइड के जल तथा भाप उपचार को अपेक्षाकृत सरल क्रिया से अमोनिया उत्पन्न करना संभव है, प्रयुक्त जल में तनिक दह-मोड़ा डाल दिया जाता है। १९०४ में फ्रैंक ने जलाशय<sup>१</sup> की इस रीति का पेटेण्ट कराया था। १९१४ वाले महायुद्ध में जर्मनी ने इस प्रकार से अमोनिया प्राप्त करके नाइट्रिक अम्ल के संश्लेषण से बड़ा लाभ उठाया था। इसका उल्लेख आगे किया जायगा।

वायुमण्डलिक नाइट्रोजन के स्थिरीकरण की एक दूसरी विधा का विवरण कुछ समय पहले हुआ था, यद्यपि वह उतना विस्तृत न था। यह रीति नाइट्रोजन को सीधे वायुमण्डलिक ऑक्सीजन से संयोजन की थी। प्रारम्भ में ही उन विद्युत विधाओं को भी प्रेरित करने का प्रयास किया गया था, जो आकाश में विद्युत गंधार होने से प्रतिफल होती थी और जिनके फलस्वरूप नाइट्रोजन एक बार फिर मिट्टी में पहुँच कर वनस्पतियों का परिपोषण करता।

प्रिन्स और कैंबेण्डिश के प्रारम्भिक प्रयोगों का उल्लेख पहले ही किया जा चुका है। ये विचार चले रहे और १८५९ में लेमारे ने हवा और नाइट्रोजन के मिश्रण

में विद्युत स्फुल्विग का विमर्जन (डिन्वाज) करके नाइट्रिक अम्ल बनाने का प्रस्ताव किया। इनके कुछ बाद ही मीमेन्स और हाल्के ने मूक विद्युत विमर्जन में ऑक्सीजन और नाइट्रोजन का संयोजन प्रदर्शित किया। १८९२ में क्रुक्स ने विद्युत चाप के उच्च ताप का उपयोग करनेवाली एक अधिक मत्पोषजनक रीति का प्रतिपादन किया।

लेकिन उपर्युक्त वैज्ञानिक अवलोकनों और औद्योगिक विधाओं के रूप में उनके मूर्त होने में काफी समय बीत गया, क्योंकि उनके अधिक विकास के लिए उच्च ताप और दाब पर गैसों की साम्यावस्था (इक्विलिब्रियम) का पूरा अध्ययन करना आवश्यक था। इस प्रकार के प्रारम्भिक भौतिक-रासायनिक कार्यों में ननंष्ट के काम का उल्लेख आवश्यक है। उन्होंने अपने प्रयोगों द्वारा यह निश्चिन्त किया कि विभिन्न ताप पर ऑक्सीजन-नाइट्रोजन मिश्रणों में उत्पन्न होनेवाले नाइट्रिक ऑक्साइड की मात्रा का ठीक-ठीक आगमन संभव है। उन्होंने ही दिखाया कि यदि १,५३८ से० पर ०.३६% नाइट्रिक ऑक्साइड उत्पन्न होता है तो २,४०२ से० पर उनकी उत्पत्ति बढ़कर ०.०४० हो जाती है तथा अन्य तापों पर भी उनकी उत्पत्ति की गणना की जा सकती है। इसमें यह स्पष्ट हो गया कि इस प्रकार नाइट्रिक ऑक्साइड तैयार करने में अत्यन्त उच्च ताप की आवश्यकता होगी। संशोधन उनके मघटक तत्त्वों की उपस्थिति में नाइट्रिक ऑक्साइड की साम्यावस्था स्थापित होने में काफी समय लगना है, अतः उलटी प्रतिक्रिया अर्थात् नाइट्रिक ऑक्साइड का विच्छेदन प्रारम्भ होने के पहले ही उसे सहना अभिगीतित करके पृथक् कर लिया जा सकता है। इस प्रकार मीमेन्स हवा में से ही नाइट्रोजन का स्थिर करने की लाभप्रद रीतियाँ विकसित की जा सकीं। १९०० में 'ऐटमास्फेरिक प्राइक्डम कम्पनी' के नाम से अमेरिका के संयुक्त राज्य में एक संस्था स्थापित हुई, जिनमें सी० एम० ब्रैटले और आर० लवन्स नामक दो अमेरिकियों द्वारा पेटेण्ट प्राप्त विधा प्रयुक्त होने लगी। विद्युत चाप में बानु प्रवेग करा कर नाइट्रिक ऑक्साइड उत्पन्न करना उनकी रीति का प्रथम पद था। तत्पश्चात् गैसों को अनिमोतिन करके उनका और ऑक्सीकरण एवं जल में अवशोषण कराया जाता। इनमें लगभग ३५० साधारणवाला नाइट्रिक अम्ल तैयार हो जाता था। किन्तु यह विधा भी अधिक दृष्टि से सफ़ल न हो सकी। प्रायः उनी समय मात्रों में वर्कलैण्ड और आउट द्वारा उनी प्रकार की एक दूसरी विधा का विकास हुआ, जो भारी नष्ट निश्चिन्त हुई। पहले १९०३ में उनका काम ३ अर्द्ध-शक्तिवाली एक छोटी-सी भट्टी में प्रारम्भ हुआ, जो उनी वर्ष के अन्तुवर मान में इतना बढ़ गया कि १५० अर्द्ध-शक्तिवाला एक छोटा औद्योगिक नष्ट लगाना पड़ा और एक वर्ष

बाद उनके मयत्र में १,००० अश्व-शक्ति लगने लगी। आतिरवार बर्कलेण्ड और आइड ने 'नार्वेजियन हाइड्रो-एलेक्ट्रिक नाइट्रोजन कम्पनी' के लिए एक अति विमाल मयत्र लगाया, जिसके द्वारा वायुमण्डलिक नाइट्रोजन को व्यापक वाणिज्यिक परिमाण में स्थिर करने की समस्या हल हो गयी। काफी बड़ा एवं विविष्ट आकारवाला विद्युत् चाप उत्पन्न करना ही बर्कलेण्ड और आइड विधा की सफलता का मूल आधार था। इसकी प्राप्ति के लिए एक ऐसे चुम्बकीय क्षेत्र का प्रयोग किया गया जो प्रत्यावर्ती धारा चाप (ए० सी० आर्क) को व्याकृष्ट (डिस्टॉर्ट) करके उमं ज्वाला के विम्ब का आकार प्रदान कर सके। इसी विम्ब में से वायु को अति शीघ्रता से पार कराया जाता। चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा चाप का अर्धगोलाकार रूप में प्रसरण होता, पहले एक दिशा में और फिर प्रत्यावर्ती धारा (आल्टर्नेटिंग करंट) से उमकी उन्टी दिशा में, और इस तरह बड़ा विद्युत् चाप बन जाता। विद्युत् इन्जीनियरी के आविष्कार से औद्योगिक सफलता का यह एक बड़ा उत्तम दृष्टान्त है। भट्ठी एक ऐसे गोल बेलनाकार इस्पात के आधार में बन्द रहती जिसकी भीतरी ओर अग्नि-इंटो का अस्तर लगा रहता था। ६ फुट व्यासवाला एवं ६ इंच गहरा स्थान छूटा रहता है जिसमें विद्युत् चाप की क्रिया होती है। चाप के उच्च ताप पर गैसों का संयोजन होता है और तब लगभग १००० से० ताप पर नाइट्रिक आक्साइड सहित गैसों को एक वाणिज्य (वायलर) में प्रवेष्ट कराया जाता है, जिसमें चाप बनती होती है, वहाँ से उसे अमोनियम की नालियों के बने एक शीतन-प्रणाली में भेजा जाता, जिससे ऊपर से शीत जल प्रवाहित होता रहता है। इस प्रकार स्थिरीकृत नाइट्रोजन का और ऑक्सीकरण करके उसे नाइट्रोजन डाइऑक्साइड के रूप में परिवर्तित कर दिया जाता है। यह क्रिया अम्लमय पदार्थों के अस्तर लगे स्तम्भों में पूर्ण होती है जहाँ लगभग ३०% नाइट्रिक अम्ल तैयार हो जाता है।

नाइट्रिक अम्ल का चुनपत्थर से उदासीनीकरण करके बैल्डिगम नाइट्रेट का विलयन बनाया जाता जिसे शुष्क में उदात्तित करके टट्टा किया जाता और तब लवण विशेष का केन्द्रसन होता। एक किलोवाट घण्टा शक्ति लगाकर २२ ग्राम फुट वायु में लगभग ७० ग्राम नाइट्रिक अम्ल उत्पन्न होता है तथा नाइट्रिक ऑक्साइड का मात्रण लगभग १२% (वायुतन) होता है। बर्कलेण्ड-आइड विधा का संशोधन करके वायुमण्डलिक ऑक्सीजन और नाइट्रोजन के अनाश्रित स्थिरीकरण की अन्य रीतियाँ भी निष्काशनी गयी, लेकिन मूल रीति ही अब भी सर्वोत्तम मानी जाती है। यह विधा एक समय बड़े आर्थिक महत्व की थी, लेकिन आगे चलकर अन्य दो रीतियों ने उसे यदि पूरी तरह नहीं तो अधिकांशतः विस्थापित कर दिया।

नाइट्रोजन स्थिरीकरण की सायनामाइड एव चाप रीतियों में सबसे बड़ा अव-  
गुण अथवा कठिनाई यह है कि उनमें विपुल विद्युत् ऊर्जा लगनी है। सायनामाइड  
एव चाप रीतियों में एक टन नाइट्रोजन को स्थिर करने में क्रमशः १२,००० और  
६०,००० किलोवाट घण्टा शक्ति खर्च होती है। इसी कारण से नाइट्रोजन और  
हाइड्रोजन के अनाश्रित संयोजन से अमोनिया बनाने की ओर लोगों का अधिक ध्यान  
आकृष्ट हुआ, क्योंकि संभवतः यह विधा बहुत कम खर्च में क्रियान्वित हो सकती थी।  
१८८४ में रैमजे और यंग ने जो निष्कर्ष निकाले थे उन्हीं के आधार पर १९१३ में  
हाबर-बॉश के संयंत्र सफलतापूर्वक कार्य करने लगे और उनमें केवल ३००० किलोवाट  
घण्टा शक्ति की न्यून खपत संभव हुई।

प्रथम महायुद्ध में जर्मनी के लिए नाइट्रोजन स्थिरीकरण की बात परम महत्त्व  
की थी, क्योंकि उस समय स्थिरीकृत नाइट्रोजन की उसकी उपलब्धि सारे सप्ताह भर  
से बन्द हो गयी थी। यद्यपि सायनामाइड विधा उनके लिए सदिल्ट अमोनिया  
का तत्कालीन एक बड़ा स्रोत थी, किन्तु इसमें अत्यधिक शक्ति लगती थी, इसलिए  
कम शक्ति लगानेवाली हाबर-बॉश विधा को बड़ी प्रचण्ड गति से चलाने की कोशिश  
हो रही थी। सही बात तो यह है कि नाइट्रोजन स्थिरीकरण की इस विधा की सफलता  
के बिना तथा ओस्टवाल्ड द्वारा विकसित अमोनिया के ऑक्सीकरण से नाइट्रिक अम्ल  
बनाने की रीति के बिना जर्मनी इनने समय तक कदापि युद्ध जारी नहीं रख सकता  
था। हाबर-बॉश संश्लेषण विधा आधुनिक औद्योगिक प्रविधि का एक परम उत्कृष्ट  
उदाहरण है। विभिन्न ताप एव दाब पर नाइट्रोजन, हाइड्रोजन और अमोनिया  
की साम्यावस्था संबंधी आधारभूत अन्वेषणों के बिना यह प्रविधि सफल न हुई होती।  
इस प्रकार का सर्वप्रथम काम हाबर और ऊर्स्ट ने १९०४ में किया। इनकी गणनाओं  
से नर्नस्ट का ध्यान भी आकृष्ट हुआ, जिन्होंने अपने उष्मा प्रमेय (हीट प्योरम) की  
और सुतट्य गणनाएँ की। १९०४ और १९०८ के बीच में किये गये गैसीय साम्या-  
वस्था तथा उत्प्रेरकों के प्रभावों संबंधी कार्यों के फलस्वरूप ही यह सैद्धांतिक परि-  
कल्पना एक औद्योगिक प्रविधि के रूप में मूर्त हो सकी। उसी समय से 'बैंडिसे ऐनि-  
लीन उण्ड सोडा फैब्रिक' नामक जर्मनी की विशाल संस्था ने इस विधा के विकास  
के लिए अपनी सारी प्राविधिक प्रतिभा एव आर्थिक शक्ति लगा दी। १९१० में  
प्रथम प्रयोगात्मक संस्था स्थापित हो चुकी थी तथा उसके अनुगामी वर्ष में ओपाऊ में  
प्रतिवर्ष ७,००० टन नाइट्रोजन के स्थिरीकरण की क्षमतावाले वाणिज्यिक संस्थान  
का निर्माण प्रारम्भ हो गया, जिसे १९१३ में क्रियान्वित किया गया तथा कुछ ही  
महीनों के बाद उसका विस्तार भी करना पड़ा। युद्ध-काल में तो इसकी क्षमता

६०,००० टन नाइट्रोजन प्रति वर्ष हो गयी थी तथा बाद में बढ़ कर १२०,००० टन हो गयी। १९२८ में ल्युना में एक महा विद्यालय खोला गया, जिसका उत्पादन ४००,००० टन प्रति वर्ष था। युद्धकाल एवं उसके बाद थोड़े ही समय के अन्दर स्थिरीकृत नाइट्रोजन का सबलित उत्पादन चीनी नाइट्रेट उद्योग के समान नियंत्रित में भी बढ़ गया। इस विधाविशेष में स्थिरीकृत वायुमण्डलिक नाइट्रोजन का वर्तमान कुल उत्पादन बनाना तो संभव नहीं है, लेकिन १९२८ में ही अनुमानतः इसकी राशि १,०३६,००० टन प्रतिवर्ष हो गयी थी। अन्य मस्यौती विधाओं का भी संसार के दूसरे बड़े देशों में विकास हुआ तथा द्वितीय महायुद्ध में इनमें विशेष वृद्धि एवं उत्पत्ति हुई है।

किमी उत्प्रेरक के ऊपर दाब एवं समय ताप पर नाइट्रोजन और हाइड्रोजन का संयोजन ही अन्य सभी मस्यौती विधाओं का सामान्य आधार है। किन्तु इन्जीनियरी संवन्धों व्योरो में काफी अन्तर होता है। इनमें से मूल हाबर-बॉस विधा तथा संसार की बड़ी-बड़ी रासायनिक कम्पनियों द्वारा प्रयुक्त उनके संशोधन, 'कडाइ', 'काम्पे', 'नाइट्रोजन इन्जीनियरिंग', 'फौडर तथा माॅण्टेनेम' विधाएँ अधिक महत्वपूर्ण हैं। इन विधाओं के परिवर्तकों (कॉन्वर्टर) की रचना एवं क्रियाशील ताप तथा दाब संबंधी व्योरो में अन्तर होता है। 'हाबर-बॉस' विधा का क्रियाकरण २०० वायुमण्डल दाब तथा ५००—६०० से० ताप पर होता है, जब कि 'कडाइ' विधा का ९०० वायुमण्डल दाब और ५००°—६००° से० ताप पर। किन्तु कहा जाता है कि 'माॅण्टेनेम' विधा केवल १०० वायुमण्डल दाब तथा ४०० से० ताप पर ही क्रियान्वित होती है।

इतने अधिक ऊँचे दाब और ताप पैमानों के क्रियाकरण तथा नियंत्रण का संकलन नियोजन वर्तमान इन्जीनियरी की संवसूच परम संकल्पना माननी चाहिए।

अमोनिया के संश्लेषण के लिए नाइट्रोजन और हाइड्रोजन की आवश्यकता होती है। वायु में नाइट्रोजन पृथक्करण के लिए वायु का आंशिक तरलन और फिर प्रभाजन आवश्यक होता है। मायनामाइड विधा में प्रयुक्त हांनेशाला नाइट्रोजन रेशों से प्राप्त किया जाता है। जहाँ हाइड्रोजन बहुत मम्मा होता है वहाँ इसे हवा में जला करके हाइड्रोजन-नाइट्रोजन का उपयुक्त मिश्रण उत्पन्न कर लिया जाता है। 'कडाइ', 'फौडर' तथा 'काम्पे' संशोधनों में यह रीति प्रयुक्त होती है। अधिकांश नाइट्रोजन प्राप्त करने के लिए वायु को सफा करके ऊपर पार करा कर उसमें से ऑक्सीजन निष्काट दिया जाता है। हाइड्रोजन प्राप्त करने के कई तरीके हैं। जहाँ विद्युत् शक्ति बड़ी मम्मी होती है वहाँ तो जल के विद्युदांशिक विच्छे-



दन से हाइड्रोजन उत्पन्न किया जाता है। किन्तु अन्य अवस्थाओं में कोक अविन गैसों के आंशिक तरलन, अवशोषण तथा आसवन से यह गैस उत्पन्न की जाती है। हाइड्रोजन की सर्वाधिक मात्रा कोक से तथाकथित वाटर गैस विधा के द्वारा प्राप्त की जाती है। हाबर-बॉश विधा में कोयले से बनी प्रोड्यूसर गैस को, जिसमें ६३% नाइट्रोजन होता है, वाटर गैस के साथ मिला कर ३ : १ अनुपात में हाइड्रोजन-नाइट्रोजन मिश्रण तैयार किया जाता है। इसके लिए भाप की आवश्यक मात्रा के साथ इसे एक उत्प्रेरक के ऊपर से पार कराके इसमें कार्बन मॉनोऑक्साइड को हाइड्रोजन से विस्थापित कराया जाता है। वाटर गैस के दो तीन आयतनों के लिए प्रोड्यूसर गैस के एक या दो आयतन आवश्यक होने हैं। मिश्रित गैस में ३५-४०% कार्बन मॉनोऑक्साइड, ३३-३६% हाइड्रोजन तथा २२-२३% नाइट्रोजन होता है। इनके अतिरिक्त थोड़ा-सा कार्बन डाइ ऑक्साइड और मीथेन इत्यादि भी होते हैं। इसके लिए वाटर गैस बनाने में ताप दीप्त कोक के ऊपर से भाप पार करायी जाती है, जिससे ५०% हाइड्रोजन, ४३% कार्बन मॉनो-ऑक्साइड, ५% कार्बन डाइ ऑक्साइड और २% नाइट्रोजन का एक मिश्रण उत्पन्न होता है। इस मिश्रित गैस में से कार्बन मॉनोऑक्साइड निकालने के लिए इसे भाप के साथ लौह ऑक्साइड उत्प्रेरक के ऊपर पार करा दिया जाता है। इस क्रिया में कार्बन मॉनो ऑक्साइड का कार्बन डाइऑक्साइड बन जाता है, किन्तु साथ ही प्रयुक्त भाप की तुल्य राशि के बराबर हाइड्रोजन उत्पन्न हो जाता है। कार्बन डाइ ऑक्साइड के निरमनार्थ मिश्रित गैस का २५ वायुमण्डल दाब में जल से उद्धावन (स्क्रिबिंग) किया जाता है। इतने दाब पर कार्बन डाइ ऑक्साइड जल में विलीन हो जाता है। अवशिष्ट गैस में मुख्यतः हाइड्रोजन और नाइट्रोजन बच जाता है और उनका अनुपात अमोनिया मश्लेयण के उपयुक्त होता है। अपरिवर्तित कार्बन मॉनोऑक्साइड, हाइड्रोजन सल्फाइड तथा आर्गन सदृश अशुद्धियों को भी दाब घावन एवं अवशोषण रीतियों से निरमित कर दिया जाता है। शोधन की ये रीतियाँ आवश्यक किन्तु द्वितीयक<sup>१</sup> क्रियाएँ हैं, अतः यहाँ इनका कोई विस्तृत विवरण नहीं दिया जा रहा है। इनका उल्लेख केवल सम्पूर्ण विधा की परम जटिलता दर्शाने के लिए किया गया है।

जब ५०% हाइड्रोजन मात्रावाली कोक अविन गैस से हाइड्रोजन प्राप्त किया जाता है तब शोधन के लिए उसका तरलन, एवं प्रभाजन-उद्घाटन<sup>२</sup> तथा विविध

<sup>१</sup> Secondary<sup>२</sup> Fractional evaporation

रसद्रव्यों द्वारा उसके बाह्य सघटको का अवशोषण किया जाता है। किन्तु जब विद्युदाशिक हाइड्रोजन का प्रयोग किया जाता है तो उसके शोधन की विशेष आवश्यकता नहीं होती, लेकिन यह तो तभी सम्भव होता है जब सस्ती विद्युत् दक्षिप्त सरलता में उपलब्ध हो। यही कारण है कि सडिल्ट अमोनिया के समार के कुल उत्पादन का अत्यल्प अंश विद्युदाशिक हाइड्रोजन से बनाया जाता है।

समुचित रूप से शोधित गैसों को उष्मीयत नियंत्रित परिवर्तकों में उच्च दाब पर उत्प्रेरकों के ऊपर से पार कराया जाता है। इन पात्रों की प्ररचना थोड़ी जटिल होती है क्योंकि उनमें विशेष दाब और ताप प्रयुक्त होते हैं। इनके प्ररचन एवं बनाने में साधारण इञ्जीनियरी बुद्धि की आवश्यकता होती है और इसी बनावट की भिन्नता के कारण ही विविध विधाओं में भेद होना है। परिवर्तक के उष्मा विनिमयक भाग में निकलनेवाली गैस में प्रयुक्त दाब के अनुसार ५% से २५% अथवा ४०% तक अमोनिया होता है और प्रतिकारी गैसों के पुनः परिचालन से हाइड्रोजन और नाइट्रोजन का कुल परिवर्तन मैदान्तिक गणना का लगभग ८०% होता है।

परिवर्तकों से निकलने वाली अमोनिया को निष्क्रिय गैसों से पृथक् करने के लिए या तो जल अवशोषण रीति अपनायी जाती है अथवा प्रशीतन रीति। जल अवशोषण रीति प्रायः हाबर-बॉश विधावाले ५-१०% अमोनिया के लिए प्रयुक्त होती है और १०% अमोनिया के लिए प्रशीतन रीति।

जब अमोनिया अजीय विलयन के रूप में एकत्र किया जाता है तो आवश्यकता होने पर तुरन्त आसवन करके उसे अजलीय अमोनिया के रूप में परिवर्तित कर लिया जाता है। किन्तु अधिकांश अमोनिया को अमोनियम सल्फेट, अमोनियम फास्फेट अथवा नाइट्रो चार्ज-जैसे नाइट्रोब्रनीय उर्वरकों के रूप में परिवर्तित किया जाता है, इसके लिए या तो अमोनिया को सल्फ्यूरिक अम्ल या फास्फोरिक अम्ल में अवशोषित किया जाता है अथवा टिगुन विच्छेदन किया अपनायी जाती है। सडिल्ट अमोनिया का प्लैटिनम जाली उत्प्रेरक के ऊपर हवा की उपस्थिति में दहन और उसका ऑक्सीकरण करके उसे नाइट्रिक अम्ल में रूपान्तरित कर दिया जाता है। विस्फोटक सडिल्ट रजक एवं अमोनियम नाइट्रेट उर्वरक बनाने में नाइट्रिक अम्ल का बड़ा व्यापक प्रयोग होता है। जब एक बार नाइट्रोजन अमोनिया अथवा नाइट्रिक अम्ल के रूप में स्थिरकृत हो जाता है तो प्राथमिक प्रक्रिया प्रायः सम्पूर्ण हो जाती है और उसके बाद उनके उपयोग के अनेक रूप एवं संभावनाएँ हो जाती हैं। सडिल्ट अमोनिया के उत्पादन में जो एक नयी प्रविधि विकसित हुई है वह अब अनेक उच्च दाब प्रतिक्रियाओं के लिए काम में लायी जाने लगी है। वस्तुस्थिति तो यह है कि वह एक

नये एव अत्यन्त महत्त्वपूर्ण रासायनिक उद्योग का ऐसा आधार बन गयी है जिससे उच्च आधुनिक भौतिक विज्ञान तथा इन्जीनियरी शास्त्र का भी अत्यन्त घनिष्ठ सम्बन्ध हो गया है।

### ग्रंथ-सूची

- ANASTASI, A. *Nicolas Leblanc Sa Vie et ses Travaux* Librairie Hachette et Cie
- DE WOLF, R, AND LARSON, E L. *American Sulphuric Acid Practice in U. S. A* McGraw Hill Book Co., Inc.
- DONNAN, F G *Ludwig Mond, F R S, 1839-1909* Royal Institute
- DOSSIE, R *The Elaboratory Lead Open.* J. Nourse.
- FAIRLIE, A M *Sulphuric Acid Manufacture.* Reinhold Publishing Co.
- HOL, TE-PANG. *Manufacture of Soda.* Reinhold Publishing Co.
- LEBLANC, NICHOLAS, *Memoires sur la Fabrication du Sel Ammoniac et de la Soude*
- LUNGE, G *Sulphuric Acid and Alkali* Gurney & Jackson.
- RODWELL, G F *Birth of Chemistry,* Macmillan & Co
- SECHL, E. R *New Improvement in the Art of Making the True Volatile Spirit of Sulphur*
- WELLS, A E, AND FOGG, D. E *Manufacture of Sulphuric Acid in U. S. A.* U S Bureau of Mines

## अध्याय १६

### खनिज द्रव्य

खनिज द्रव्य और धातुएँ; ऊष्मसह पदार्थ

### खनिज द्रव्य और धातुएँ

।वनमोर जोन्स, ड०।० एस-सी० (वेस्स), एफ० आर० आई० मी०

पिछले पचीस वर्षों में व्यावहारिक विज्ञान के क्षेत्र में अपूर्व विकास एवं परिस्थितियों में महान् परिवर्तन हुए हैं, हो रहे हैं। इन बदलती हुई परिस्थितियों के लिए नयी नयी वस्तुओं एवं नये नये पदार्थों की निरन्तर माँग बढ़ती जा रही है। बड़े बड़े पुल बनाने के लिए, जहाज-निर्माण एवं समुद्र इन्जीनियरी के लिए, रेलवे तथा मोटर गाड़ियों (ऑटोमोबाइल) के निर्माण और वायुयान उद्योग के लिए अब ऐसे पदार्थों की आवश्यकता पड़ने लगी है, जिनके गुणों को पहले के गुणों में कहीं उत्कृष्ट होने की जरूरत है। इन्जीनियरी मशीनों के प्ररक्षयिताओं (डिजाइनर) की कार्यकुशलता में निरन्तर वृद्धि हुई है, जिसके फलस्वरूप उन्होंने मशीनों की प्रति इकाई भार स्थितिज शक्ति बहुत बढ़ा दी है। और इन बड़े हुए भारों को संभालने के लिए अधिक सामर्थ्यवाली धातु एवं मिश्र धातु तैयार करने का उत्तरदायित्व धातुकर्मज्ञों के ऊपर आ पड़ा है। इन्जीनियरी की प्रगति ने उन अवस्थाओं की सीमा भी बढ़ा दी जिनका सामना विविध द्रव्यों को करना पड़ता था। एक ओर तो प्रतिबल (स्ट्रेस) बढ़ गया और दूसरी ओर स्थान की बचत करने के लिए भार को घटाने की आवश्यकता पड़ने लगी। इसलिए नये एवं अधिक विश्वसनीय लोहम और अलोहम (फॉर्म ऐण्ड नॉन-फॉरम) दोनों धातुओं तथा मिश्रधातुओं के उत्पादन एवं उपयोग की आवश्यकता पड़ी। इसके लिए द्रव्यों के चुनाव में और अधिक कठोर परीक्षण और निरीक्षण की जरूरत हुई। आधुनिक मिश्रधातुओं के आविष्कार में अग्रज वैज्ञानिकों ने बड़े मार्गदर्शक अनुदान नयी किये हैं। मिश्रधातुओं के विकास में भी उनके मशीनीकरण की कठिनाइयों, तथा उनकी बढ़ी हुई कठोरता, सामर्थ्य एवं मुद्दता और वर्तमान उत्पादन की आनु गति के कारण अनेक समस्याएँ उत्पन्न हुईं

है। इन्ही के फलस्वरूप नवीन कर्तन पदार्थों (कॉटिंग मैटीरियल्स) की उत्पत्ति हुई। मोरचा, उष्मा तथा अम्लों के विनाशकारी दुष्प्रभावों के प्रति विशिष्ट अवरोधी गुणों वाली मिश्रधातुओं का आविष्कार करना पड़ा। धातुओं का सक्षारण सभी उद्योगों, विशेषकर धातु-कर्मजों के लिए बड़े कष्ट और खर्च का विषय रहा है। इस कष्ट को कम करने के लिए सक्षारण-रोधी मिश्रधातु बनाने में महान् अनुसंधान-कार्य करना पड़ा और उसी के परिणामस्वरूप सक्षारण प्रक्रिया का स्पष्टीकरण ही पाया है। अतिपाती (अजेंट) आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए कुछ ऐसी नयी मिश्रधातुओं का आविष्कार हुआ जिनके कारण बैज्ञानिकों एवं प्रौद्योगिकीविदों के धातुगुण संबंधी विचारों में बड़ा परिवर्तन हो गया।

समर की वर्तमान प्रगति पर धातुओं का ऐसा प्रमुख प्रभाव पड़ा है कि आज-कल राष्ट्रों की समृद्धि उनके धातुनिर्माण एवं प्रयोग से आँकी जाने लगी है। आज की सम्यता में उद्योगों के लिए धातुओं एवं मिश्रधातुओं की अत्यधिक माँग है। और अन्य विशाल उद्योगों के साथ आबद्ध होने के कारण कुछ ही लोग धातुकर्म उद्योगों की यथार्थ महत्ता का अनुमान कर पाते हैं। खनिज समाधन (रिमोर्स) ही शक्ति के बड़े एवं समृद्धिदायी समाधन माने जाते हैं। इसीलिए प्रागैतिहासिक काल से खानों एवं खनिज सग्रहों के लिए निरन्तर सड़ाइयाँ लड़ी जाती रही। कोलम्बस द्वारा अमेरिका की खोज से वहाँ की अतुल खनिज सम्पत्ति स्पेनिश राष्ट्र के कब्जे में आ गयी और लगभग १०० वर्ष तक स्पेन की महत्ता और उसकी समृद्धि इन्हीं धातुओं एवं खनिजों पर आधारित रही। इंग्लैंड के शीर्ष समाधनों एवं निर्माण-क्षमता की सर्वोच्चता का मुख्य कारण भी कोयले और लोह अयस्क की उसकी महती उपलब्धियाँ रही हैं। समुक्त राज्य अमेरिका भी ताँबा, सीसा, यथाद, अलूमिनियम और इस्पात का सबसे बड़ा उत्पादक है, और उसकी आर्थिक सर्वोच्चता भी उसके खनिज समाधनों एवं धातुकर्म उद्योगों के कारण है।

यदि यह कहा जाय कि इस्पात और अलूमिनियम समार की सम्यता के दो सबसे बड़े कारक हैं और रहे हैं, तो कुछ लोग इस कथन से कदाचित् सहमत न हों। लेकिन अगर केवल इस्पात को, जो लोहा और कार्बन की एक मिश्रधातु है, हटा दिया जाय तो हमारे सामने रेल, जहाज, मशीन और पुल रहित एक ससार उपस्थित हो जायगा तथा हम अनेक ऐसी वस्तुओं से वंचित हो जायेंगे, जो हमारे दैनिक जीवन के लिए आवश्यक हैं। किन्तु यदि हम धातुकर्म-विज्ञान के दूसरे पक्ष का निरीक्षण करें तो मानवीय प्रवृत्तियाँ स्पष्ट रूप से पराजित हुई दिखाई पड़ेंगी। आखिर इसी वैज्ञानिक प्रविधि से अलूमिनियम और मैग्नीसियम के हल्की मिश्रधातु का प्रयोग

करके वे वायुयान भी बनाये जाते हैं, जो मनुष्य के सामूहिक विनाश के लिए विध्वन-कारी बम फेंकते हैं। युद्ध के टैंक जो मनुष्यों को घरती पर पीसते चलते हैं; उड़द्वयी विस्फोट, राकेट, समुद्री बन्दूकों से दामे जाने वाले प्रक्षेपी अस्त्र इत्यादि, सभी इसी विज्ञान की देन हैं जिनसे मानव-मात्र का ऐसा विनाश होता अथवा किया जाता है जो पहले कभी संभव न था। और इन सब भयकर शस्त्रास्त्रों का प्रमुख कारक इस्पात ही तो है।

अयस्क माइण (ओर कॉन्सेन्ट्रेशन) की विधाओं एवं धातुओं के निर्माण में हुए चमत्कारी विकासों का यथार्थ चित्र तो तभी हमारे सामने आयेगा जब हम उसकी तुलना प्रारम्भिक परिस्थितियों से करें। धातुओं के संक्षिप्त ऐतिहासिक विवरण से यह स्पष्ट होगा कि वर्तमान उद्योग के विकास में विज्ञान ने कितना और कैसा योगदान किया है।

**इतिहास—पृथ्वी की भूपर्पटी**<sup>1</sup> में केवल तीन ऐसी धातुएँ (अलूमीनियम, लोहा और मैग्नीसियम) अधिक अनुपात में विद्यमान हैं, जिनका आजकल प्राविधिक महत्त्व है। संयोगवश इन धातुओं का भूपर्पटी में एकरूप वितरण नहीं है, अन्यथा अयस्क माइण की आधुनिकतम रीतियों के वाक्जूद भी सामान्यतः प्रयुक्त होने वाली धातुएँ बहुत ही विरली होतीं। भौमिकीय वितरण एवं युग-युगों में क्षैतिजपट्टी की ऊपरी सतह की पुनर्रचना के कारण ही धातुएँ कुछ क्षेत्र में भारी मात्राओं में सांद्रित हो सकीं, और इन्हीं सांद्रणों का विदाहन करके मनुष्य लाभान्वित हुआ है। अपनी प्रारम्भिक अवस्था में पृथ्वी एक पिघले हुए गोले के समान थी, जिसमें सभी तत्व मिश्रित थे, किन्तु जैसे जैसे यह ठंडी होने लगी इसके मघटकों का विभिन्न स्तरों में पृथक्करण होने लगा, फलतः सिलिकेट और सल्फाइड ऊपरी सतह में रह गये और धातुएँ पृथ्वी के अन्दर केन्द्र की ओर सांद्रित हो गयीं। यही विभेदकरण धातुक्रम प्रद्रावण (स्मेल्टिंग) क्रिया का बड़ा महत्त्वपूर्ण रूप है। पृथ्वी के ओर ठंडी होने पर सिलिकेटों और सल्फाइडों का और भी अलगवाव हुआ तथा अधिकांश धातुएँ सल्फाइड में पृथक्कृत हो गयीं। आगे चल कर धातु-प्रभाव से तथा जल के आन्तर प्रवाह के कारण धातुओं का और सांद्रण हुआ, तथा खनिज एवं अयस्क बहे जाने वाले धातु-युक्त पदार्थों की खानें बन गयीं। खनिजों के ऐसे मिश्रण को अयस्क कहते हैं जिनसे धातुओं को निकाल कर वाणिज्यिक लाभ उठाया जाता है।

पृथ्वी की गैलपर्वटी की औसत घनता २५ और २७ के बीच में है, जब कि समस्त पृथ्वी की ७ लगभग ५५। इसका अर्थ यह है कि पृथ्वी के अन्दर भारी धातु भरी होंगी जो सम्प्रति अनभिगम्य (इन्वेन्मेसेबल) है। अन्तर भाग की गणित घनता लगभग ७८ होगी, प्रायः यहीं धात्विय उत्काश्मों (मिटियोराइड) की घनता होनी है, जो ग्रहों के विघटित भाग होते हैं। ३१८ उत्काश्मों के रासायनिक विश्लेषण में पता लगा है कि उनमें औसतन लगभग ९०-८०% लोहा, ८५% निकेल, और ०.६% कोबाल्ट होता है। यह अनुमान लगाया जाता है कि पृथ्वी के आन्तरिक (कोर) का भी प्रायः यही निबन्ध होगा। "बोगुस्नुक्ला" उत्काश्म समार वा नवमे बड़ा लौह उत्काश्म है जिसे मिरते हुए लोगों ने आँखों देखा। यह अक्तूबर १९१६ में हम के पूर्वी क्षेत्र के किमी स्थान पर मिला था। इसके दो भाग हैं—एक ४३९ पौण्ड का और दूसरा १२१ पौण्ड का।

बहुत कम धातुएँ प्राकृतिक दशा में पायी जाती हैं, जो थोड़ी हैं उनमें सोना, प्लैटिनम, और पारा अधिक महत्वपूर्ण हैं। कुछ क्षेत्रों में ताँबा और चाँदी भी इस दशा में मिलती हैं। इन धातुओं में से कुछ ऐसी हैं जिन्हें समुप्य ने सबसे पहले प्रयोग करना प्रारम्भ किया था। स्वर्ण, रजत, ताँबा और लौह मृदु धातुओं का वाइविल में भी वर्णन है। इसमें यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि ईसा युग के पहले भी प्रद्रावण की अनोखी विधाओं में अयस्को में उनकी धातुओं का निस्सारण होता था। ५,००० वर्ष पूर्व धातुओं के प्रयोग का प्रमाण मिलता है। उस समय लोग उनमें आभूषण, उपकरण एवं हथियार बनाया करते थे। धातुज्ञान का मूल सोन सुदूर पूर्व ही जान पड़ता है। कहा जाता है कि १००० ईसा पूर्व के पहले फोनीसियन लोग वर्तमानकालीन जिब्राल्टर के जलडमरूमध्य के बीच समुद्री यात्रा किया करते थे और उन्होंने स्पेन में एक नगर का उद्घाटन भी किया था जिसे वर्तमान समय में "कैडिज़" कहते हैं। इन लोगों ने स्पेन में स्वर्ण, रजत, ताँबा, और मीन की बड़ी बड़ी खानें खोज निकाली थी। युग युगी से सभी देशों में साम्प्रतिक केन्द्रों में अग्रणी लोग सम्पत्ति की खोज में सदा नये नये प्रदेशों में जाते रहे हैं। ऐसा अनुमान है कि प्राचीन धातुकर्मज्ञ वग अयस्क की खोज किया करते थे जिसे अपेक्षाकृत अधिक गुल्म ताँबा अयस्क में मिला कर कामा (ब्रॉन्ज़) बनाने थे। यह ऐतिहासिक तथ्य है कि कार्नेवेल स्थित वग अयस्क की खानों की सूचना पाश्चर ही जूलियस सीज़र ने ब्रिटेन का प्रथम अभियान किया था और तभी से उस अर्ध-वर्चर प्रदेश में तत्कालीन सभ्यता का अम्युदय हुआ। अयस्को के प्रद्रावण की दशा लोगों को लोहे के आविष्कार के बहुत पहले ही ज्ञात थी। ताँबे की प्राचीन रीतियों द्वारा अयस्को का अपचयन करके ताँबा और काँसा प्राप्त किया जाता था।

कास्थ युग के बाद हथियार और अन्य उपकरण बनाने के लिए लोहे की मिश्रधातुओं का प्रयोग होने लगा। लौह, ताम्र, वंग, और सीस के ऑक्साइड अवस्कों को चारकोल के साथ तप्त तथा अपचयित करके सवादी धातुएँ बनायी जाती थी। प्राचीन काल में लौह अवस्को को अपचयित करके धातु का लेपी पुञ्ज (पेस्टी मास) बनाने से धन संधान (हैमर वेल्डिंग) के बड़े बड़े पुञ्जों का उत्पादन संभव हुआ। इस प्राचीनकालिक लौह पुञ्ज को चारकोल के साथ तप्त करने से यह देखा गया कि लौह द्वारा कार्बन के अवशोषण से लोहे का इस्पात बन गया। इसी अशोधित विधा से प्रख्यात डैमैसीन तलवारें बनायी गयी थी। यह इस्पात खरीदा तो दमिश्क में गया था लेकिन इसका निर्माण प्राचीन नगर के पूर्ववर्ती देशों में हुआ था। आगे चलकर जब यह पता लगा कि इस्पात को लाल गरम करके ठंडे जल में अभिशोषित करने से वह अत्यन्त कठोर हो जाता है, तो असंख्य प्रयोजनों में उसका प्रयोग होने लगा। ४०० ईसा पूर्व सिकन्दर महान् के समय भी इस्पात की वस्तुएँ बड़ी कुशलता से बनायी जाती थी। उस समय सभी प्रकार के अस्त्र-शस्त्र एवं कवच इत्यादि तथा कृषि के उपकरण और उस्तरे इस्तेमाल होते थे। यद्यपि मनुष्य स्वर्ण, रजत, सीस, वंग, लोहा इस्पात, ताम्र, कासा तथा पारद का प्रयोग प्रागैतिहासिक काल से करता रहा है, किन्तु वर्तमान समय में प्रयुक्त होनेवाली चार धातुएँ—जड़द, अलूमिनियम, मैग्नीसियम, तथा निकेल—उस समय ज्ञात न थी और न उन बहुसंख्यक लघु धातुओं का ही पता था, जो आधुनिक जगत् की जटिल माँगों को पूरा कर रही हैं। ये धातुएँ पहले ऐसे यौगिकों के रूप में विद्यमान थी, जिन्हें प्राचीन लोग विच्छेदित नहीं कर पाये थे।

जैसा पहले भी संकेत किया जा चुका है, वर्तमान सम्पत्ता लोहे के ऊपर ही आधारित है। एक धीनी कहावत है कि “जो ससार के लोहे का मालिक है वही ससार का मालिक है अर्थात् ससार में उसी का साम्राज्य होगा।” अनेक ज्ञात धातुओं की प्रयुक्त कुल राशि का ९९.५% अंश सात धातुओं का है, और इनमें से केवल लोहे की राशि लगभग ९३% है। इससे स्पष्ट है कि समस्त धातुओं में लोहा और उसकी मिश्रधातुओं का सर्वाधिक प्रयोग होता है तथा स्वर्ण की सारी राशि से भी अधिक उनका व्यावहारिक महत्त्व है। सोने की अधिकांश राशि संचित होती है तथा आभूषण एवं सिक्के बनाने के अतिरिक्त उसका प्रयोग अत्यल्प है। अब तो सिक्कों के रूप में भी सोना नहीं दिखाई पड़ता। दूसरी ओर लोहा और इस्पात का आजकल जीवन के सभी क्षेत्रों एवं सभी अवस्थाओं में परम महत्त्व है। अलोहम धातुओं के आधुनिक महत्त्वपूर्ण विकास के बावजूद भी लोहे का महत्त्व सबसे अधिक है। इन सब बातों से यह उक्ति चरितार्थ होती है—



है रानी के ही योग्य स्वर्ण, चाँदी बाँदी के लिए बनी।  
ताँजे से ही होता निहाल वह सिल्पकार चातुर्य-धनी॥  
हैं तीनों ही सर्वथा योग्य, अपने अपने पद पर महान।  
पर लोहा तो इन सबका है सिरमौर और मुख का निधान॥

सुदृढ़, तन्य (एक्स्टाइल) एवं सबल होने के कारण १८५७ तक निर्माण-कार्यों के लिए मुख्यतः पिटवाँ लोहा ही प्रयुक्त होता था। यह रेल, पुल, जहाज और उनके पट्टे, बाष्पित्र (बोयलर), स्तर इत्यादि बनाने के काम आता था। उस समय इस्पात, मुख्यतः उच्च-कार्बन मात्रावाला इस्पात सीमेण्टीकरण विधा से तैयार किया जाता था। एनर्ज्य पिटवाँ लोहे को बन्द आधानों में चारकोल के साथ उच्च ताप तक सप्त किया जाता था। इस इस्पात में धातुमल (स्लैग) की मात्रा अधिक होने के कारण यह एक मम श्रेणी का नहीं होता था जिसके कारण विशेष प्रयोजनों में प्रयुक्त नहीं हो सकता था। १७४२ में शेफील्ड के बैंजामिन ह्यूड्समैन नामक एक घड़ीसाज ने, जिसका इस्पात-निर्माण से कोई संबंध न था, अपनी कमानियों की श्रेणी से अस्तुष्ट होकर द्रव्य को एक उष्ममह मूपा (क्रुसिबल) में गलाया और उससे उसका कष्ट दूर हो गया। यह मूपा विधा लघु पैमाने पर सर्वोत्तम श्रेणी के इस्पात बनाने के लिए अब भी प्रयुक्त होती है। द्राविन धातु को ढालकर एक पिण्डक (इन्गोट) बनाया जाता और उसका तापकुट्टन (फोडिंग) अथवा बेल्लन (रोलिंग) करके उसे वांछित आकार का बना लिया जाता। इस उद्यत पदार्थ को अनेक वर्षों तक 'ढलवाँ इस्पात' के नाम से जाना जाता रहा।

आज का प्रायः समस्त इस्पात द्रव्यो को मूपा, विद्युत भट्ठी, खुली बुल्नी भट्ठी तथा बेमेर परिवर्तक (कॉन्वर्टर) में गला करके तैयार किया जाता है। पुरानी रीतियों की इनसे कोई तुलना ही नहीं की जा सकती, क्योंकि आजकल इस्पात के विशाल कारखानों में प्रति वर्ष लाखों टन इस्पात उत्पन्न हो रहा है।

गत वर्षों में कुछ अन्य धातुओं का महत्त्व इस्पात से अधिक बढ़ गया है और उनका उत्पादन भी अधिक होने लगा है, क्योंकि सक्षारण-रोध, गलाई-ढलाई की सरलता, लघु घनत्व इत्यादि गुण उनमें इस्पात की अपेक्षा अधिक उत्तम होते हैं। इसी सदर्भ में ताँबे, निकेल, यशद, सीसा, अलूमिनियम तथा मैग्नीसियम की मिश्रधातुओं का विकास धातुओं के आर्थिक इतिहास में सर्वाधिक उल्लेखनीय है।

खनिजों और अयस्कों जैसे कच्चे माल के उपचार की समुन्नत प्रविधि के बिना धातुओं का वर्तमान उत्पादन संभव ही नहीं हो सकता। यद्यपि संसार में कोई भी एक ऐसा राष्ट्र नहीं जो सभी प्रकार के वाणिज्यिक खनिजों की प्रचुर मात्रा में सम्पन्न हो,

किन्तु ब्रिटिश राष्ट्रमण्डल में अनेक महत्वपूर्ण खनिजों की पर्याप्त मात्रा उपलब्ध है और इस माने में यह मसार की किसी राजनीतिक इकाई से अधिक आत्मनिर्भर है। किमी अयस्क की धातुमात्रा निस्सारित धातु के अनुसार भिन्न भिन्न होती है। साधारण समय में एक औसत लौह अयस्क में कम से कम ५०% लोहा होता है। ३० से ४० प्रतिशत लोहावाले अयस्को की भी बहुत बड़ी बड़ी खानें ससार के विविध भागों में विद्यमान हैं। उच्च धेनी की खानों के समाप्त हो जाने पर लोहे और इस्पात के मूल्य में वृद्धि अथवा अन्य आर्थिक परिवर्तन आवश्यक अथवा संभव होंगे। दूसरी धातुओं के अयस्को की धातुमात्रा काफी कम होती है, जैसे ३० प्रतिशत अलूमिनियम, १० प्र० ७० यमद, २ प्र० ९० ताँबा, ३ प्र० ९० निकेल, १५ प्र० ९० टिन, ०.०२ प्र० ९० रजत तथा ०.०००२ प्र० ९० स्वर्ण।

**अयस्क सांद्रण**—लोह अयस्क में लोहे की मात्रा अधिक होने के कारण उसे सीधे धम भट्ठी<sup>१</sup> में डालकर तथा प्रद्रावित करके पिग लोहा बनाया जाता है। यही पिग लोहा ढलवा लोहे और इस्पात के निर्माण में कच्चा माल होता है। अयस्क प्रसाधन (ड्रेसिंग) से लौह अयस्क का सांद्रण सर्वदा लाभदायक नहीं होता यद्यपि उसके कुछ लाभ अवश्य हैं। कुछ अयस्को का उपचार निस्तापन (कॉन्साइनिंग), ऋतु-प्रिया (बेदरिंग) अथवा चुम्बकीय पृथक्करण (विशेष कर मैग्नेटाइट के लिए) के द्वारा किया जाता है। मृदम अयस्को के उपचारार्थ सपुजन (सिण्टरिंग), ग्रन्थामयकरण (नोड्युलाइजिंग) अथवा ब्रिकेटीकरण विधाओं का उपयोग किया जाता है। इन क्रियाओं से अयस्क का अभिपिण्डन (एग्लोमरेशन) होकर ताप से उनके बड़े बड़े पिण्ड बन जाते हैं। इस उपचार में द्रव्यों का प्रभरण (चार्जिंग) एवं प्रद्रावण (स्मेल्टिंग) सरल हो जाता है तथा भट्ठी के अन्दर की परिस्थितियाँ एकमम हो जाती हैं। आधुनिक समय के विपुल उत्पादनार्थ भट्ठियों की ये बातें विशेष महत्वपूर्ण हैं। बहुत सी धातुओं के अयस्को का धातुकर्म उपचार करने के पहले उनके प्रसाधनोपचार (ड्रेसिंग ट्रीटमेन्ट) द्वारा मूल्यवान् खनिज को व्यर्थ विधातुओं से अलग करना बहुत आवश्यक है। अयस्क सांद्रण के दो बड़े भारी लाभ होते हैं, एक तो निरर्थक विधातु को अलग कर देने से उनके यातायात का खर्च कम हो जाता है, दूसरे विधातु रहित अयस्क को गलाने में ईंधन भी कम लगता है। खानों से प्राप्त अयस्क को उपयुक्त मशीन में कूटकर तोड़ा जाता है और विधातुओं को चालते हुए पट्टों पर से चुन लिया

<sup>१</sup> Blast furnace

जाना है। मूल्यवान् खनिज एवं विधातुओं के लापेक्षिक गुणों की विभिन्नता पर आधारित गुणत्व पृथक्करण (ग्रैविटी सेपरेशन) साद्रण की एक मुख्य विधा है। इसके लिए अयस्क को काफी वागीक कूट लिया जाता है और तब उसे पानी के साथ मिलाकर उपयुक्त उपकरणों में डाल दिया जाता है, जिसमें भारी कण, जिन्हें साद्रित (कॉन्सेन्ट्रेट) कहते हैं, समुच्छिष्ट (टेलिन्स) कहे जानेवाले हलके कणों में अलग हो जाते हैं।

अयस्क प्लवन—अयस्क साद्रण की सबसे अधिक महत्वपूर्ण रीति तल-तनाव के सिद्धान्त पर आधारित 'प्लवन विधा' (फ्लोटेशन प्रमिस) है। विभिन्न खनिज पदार्थों के प्रति द्रवों में भिन्न-भिन्न आसजन शक्ति (एडहेसिविटी) होती है और यह तथ्य ही अयस्क पृथक्करण की इस विधा का मूल आधार है। विविध धात्विक मल्काइडों और तेल के बीज का तल-तनाव स्फटिक (क्वार्ट्ज) और कैल्साइट जैसी विधातुओं और उमी माध्यम अर्थात् तेल के बीच के तल-तनाव में कहीं अधिक होना है। मूल 'ऐलमोर विधा' में मल्काइड और विधातुओं की लेपी को तेल और जल में मिलाकर विभोभित किया जाता था। इसके बाद मिश्रण को कुछ समय तक छोड़ देने में मल्काइड सहित तेल पानी के ऊपर प्लावित हो जाता था। प्लवन की परिस्थितियों में बदल-बदल करके विविध अयस्क-खनिजों का बड़ा स्वच्छ पृथक्करण किया जा सकता है और इस प्रकार मिश्रित अयस्कों का क्रियाकरण आर्थिकतः सम्भव हो सका। विधातु में पृथक होकर फेन के रूप में जल-जल के ऊपर खनिजों के प्लवन की यह नयी विधा पुरानी विधा से एकदम उलटी है, क्योंकि इसमें भारी कण ऊपर प्लावित होते हैं जब कि पहले वे नीचे बैठ जाते थे। अधिकांश प्लवन रीतियों में तेल-जल का मिश्रण इन्फेम्सल किया जाता है। इसके अनिश्चित अन्य नियन्त्रक प्रतिकर्मक भी डाले जाते हैं। कुछ ऐसे प्रतिकर्मक भी प्रयुक्त होते हैं जो किसी जटिल अयस्क में विधातु के पृथक्करण के अलावा दो अथवा अधिक खनिजों को भी एक दूसरे में अलग अलग कर देते हैं। इस विधा को चुनाबदाल (सेलेक्टिव) अथवा 'अवकल प्लवन' (डिफ़ेरेन्सियल फ्लोटेशन) कहते हैं। इसमें लोहा, सीसा, यशद और ताँबा वाले जटिल अयस्कों के उपचार में सन्विष्ट समस्याओं के हल में बड़ी सहायता मिली है। साद्रण विधा की उत्पत्तियों के धातुकर्म-उपचार में प्लवन रीति के कारण आमूल परिवर्तन हो गये हैं। आक्साइड अयस्कों का उपचार बहुधा इस रीति में नहीं किया जाता। यशद अयस्कों के प्रसाधन (ड्रेमिंग) के लिए 'गुस्त्व' एवं 'प्लवन' दोनों रीतियाँ प्रयुक्त होती हैं।

जल-धातुकर्मिकी (हाइड्रोमेटलर्जी) में अयस्कों के 'उद्बिलयन' (लीचिंग) जैसी आद्र विधाओं का वर्णन है, इसमें अयस्कों को तनु सल्फ्यूरिक अम्ल जैसे मसने

विलायकों द्वारा उपचारित करने से उनकी धातुएँ विलीन हो जाती हैं और फिर उनमें से पुनः धात्विय दशा में प्राप्त कर ली जाती हैं। इससे सांद्रण का बहुत-सा खर्च बच जाता है। उद्विलयन अर्थात् लीचिंग विधा से अयस्को की बड़ी बड़ी मात्राओं का उपचार किया जाता है, विशेषकर निम्न श्रेणीवाले अयस्को के लिए यह विधा अधिक उपयुक्त मानी जाती है। सांद्रण विधा की उत्पत्तियों को "सांद्रित" (कॉन्सेन्ट्रेट) कहते हैं जिनमें अधिकांशतः बहुमूल्य धातु और थोड़ी सी विधातु होती है, और शेष्य "समुच्छिष्ट" अर्थात् 'टेल्मिन्स' में विधातु की अधिकांश राशि तथा अप्राप्त खनिज की कुछ मात्रा रह जाती है। कभी कभी एक तीसरी राशि भी प्राप्त होती है जिसे "मध्यक" अर्थात् 'मिडिलिन्स' कहते हैं। इसमें मूल्यवान् खनिज की अधिक मात्रा रह जाती है अतः इसे फेंका नहीं जा सकता बल्कि इसका पुनः सांद्रण किया जाता है। विधातुओं का पूर्ण पृथक्करण नहीं हो पाता, किन्तु उन्नत रीतियों के द्वारा समुच्छिष्टों (टेल्मिन्स) में होनेवाली खनिजों की हानि अवश्य कम की जा सकी है। वर्षों पूर्व जो टेल्मिन्स व्यर्थ समझ कर छोड़ दी गयी थीं, उनके ढेर के ढेर का फिर से सांद्रण करके उनमें से बहुमूल्य धातु निकाली जा सकी है। यह वर्तमान अयस्क-प्रसाधक की बुद्धि और चतुराई का उत्तम दृष्टान्त है।

धातुओं और मिश्रधातुओं की रचना—शेफील्ड के डाक्टर एच० भी० सॉर्बी ने १८६४ में धात्विकी (मेटैलोग्राफी) विज्ञान का प्रारम्भ किया था और आज धातुओं का सूक्ष्मदर्शी परीक्षण ससार की समस्त धातुकर्मिकी प्रयोगशालाओं में दैनिक प्रयोग हो गया है। गत कुछ वर्षों में अनुशीलन की नवीन भौतिक रीतियों के आविष्कार से धात्विकी अनुसन्धान में व्यापक रूपान्तरण हो गया है। एक्स-किरणों की सहायता से केलास रचना का निर्धारण इनमें से प्रमुख परिवर्तन है। इससे धातुओं एवं मिश्रधातुओं की रचना सबन्धी विचारों में एक नया दृष्टिकोण उत्पन्न हो गया है। सूक्ष्मदर्शी में देखने से पता लगता है कि धातुएँ भी केलास कणों (क्रिस्टल ग्रेन्स) के समुदाय की ही बनी हैं। किसी विशुद्ध धातु में सभी कण एक ही जैसे होते हैं क्योंकि वे एक ही प्रकार के परमाणुओं के एक ही ढग से निपूरित (पैकड) होने से बने होते हैं। किन्तु कुछ मिश्रधातुओं में विभिन्न प्रकार के केलास होते हैं। धातुओं और मिश्रधातुओं में अधात्विय चीजों की काफी मात्रा होती है, जिनमें से कुछ का उनके गुणों पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है और कुछ का बड़ा अनुकूल। कुछ विशेष तरंग-दैर्घ्य (वेव लेंथ) वाले प्रकाश की सहायता से सूक्ष्मदर्शी में धातु-रचना देखी जा सकती है। किन्तु इस रीति से सूक्ष्मदर्शी के द्वारा तरंग-दैर्घ्य के आयाम (डाइमेन्शन) के बराबर अथवा उससे छोटे किसी भाग का स्पष्ट चित्र नहीं होता। इसके लिए तो एक्स-

किरणों का प्रयोग करना पड़ता है। १८९५ में रतजन ने इन किरणों का आविष्कार किया था लेकिन उस समय उसकी प्रकृति अज्ञात होने के कारण उसे एक्स-किरण के नाम से संवोधित किया गया। किन्तु उसके थोड़े समय बाद उसकी प्रकृति स्पष्ट हो गयी और साधारण प्रकाश से उसका विशेषीकरण भी किया जा सका। १९१२ में प्रोफेसर वान ली द्वारा किये गये गणितीय विश्लेषण के फलस्वरूप एक्स-किरणों का रहस्योद्घाटन हुआ। वान ली ने यह कहा था कि अगर एक्स-किरणों की प्रकृति साधारण प्रकाश जैसी है और केवल उनका तरंग-दैर्घ्य छोटा है तो उनका भी तटनमन (डिफ्रैक्शन) संभव है बशर्ते एक अति सूक्ष्म तटनमन झर्झरी (डिफ्रैक्शन ग्रेटिंग) तैयार की जा सके। उन्होंने यह भी सुझाव दिया कि चूँकि एक केलास की नियमित रचना होती है और साथ ही साथ उसके मजबूत परमाणुओं के बीच में दूरी भी होती है, इसलिए उसके द्वारा यह किया उत्तम ढंग से की जा सकती है। सर विलियम ब्रैग, उनके सुपुत्र सर लारेन्स ब्रैग और अन्य कार्यकर्ताओं ने इसी दिशा में बड़ा काम किया और एक विद्युत्-चुम्बकीय घटना के रूप में एक्स-किरणों का अमरिग्न स्पष्टीकरण किया गया। धातुओं पर एक्स-किरणों के टकराने से उनके प्रकीर्णन (स्कैटरिंग) का निरोक्षण करने से धातुओं के अन्तरस्थित परमाणुओं की स्थिति का ज्ञान प्राप्त करना संभव है। धातुओं के अन्दर परमाणुओं का एक दिक् प्रजाल (स्पेस लैटिस) होता है और विभिन्न धातुओं में इस दिक् प्रजाल का विन्यास भिन्न-भिन्न होता है। किन्तु इन प्रजालों के प्रकार भी बहुत ही सीमित हैं। धातु केलासों में रचना इकाइयों (स्ट्रक्चरल यूनिट) का बड़ा नियमित विन्यास (अरेजमेण्ट) होता है। ये इकाइयाँ परमाणुओं अथवा उनके समूहों की होती हैं, जो परम सुनिश्चित शैली से विन्यस्त अर्थात् क्रमबद्ध होते हैं। इसी विन्यास की तीनों दिशाओं में बारबार पुनरावृत्ति होती है। अतः यह कहना यथार्थ है कि रचना-इकाइयों का नियमित विन्यास ही एक केलास का रूप धारण कर लेता है। अधिकांश धातुओं का केलासन निम्नलिखित तीन सरल प्रजालों की शैली से होता है—(१) घन-केन्द्रित घन (फेम सेण्टर्ड क्यूबिक), (२) काय-केन्द्रित (बाँडी सेण्टर्ड) घन, तथा (३) निकट निपूरित षड्भुजीय (क्वोड्रैंगुलर हेक्सागोनल)। प्रथम वर्ग में ताँबे, अलुमिनियम, रजत, स्वर्ण, निकेल और नागा-लौह मृदुल अधिक तन्व धातुएँ होती हैं, तथा दूसरे वर्ग में अल्फा-लौह क्रोमियम, टंग्स्टन, मॉलिब्डेनम इत्यादि जैसी भगुर धातुएँ होती हैं। यशद, कंडमियम, मैंगनीजियम और बेरीलियम के केलास तीसरे वर्ग के होते हैं। पदार्थों के एक्स-किरण विश्लेषण से केलास के परिमाण, केलास इकाइयों के अनुस्थापन (ओरियेंटेशन) की रीति, केलास प्रजाल (क्रिस्टल लैटिस) पर विजातीय द्रव्यों के प्रभाव और शीत-

रूपण (कोल्ड वर्क) तथा तापशीतन (ऐनीलिंग) के प्रभाव का विविध ज्ञान प्राप्त होता है। वेल्डन (रोलिंग) जैसे शीतरूपण (कोल्ड वर्क) से केलास इकाइयों के अधिमान्य विन्यास (प्रिफरेंशल अरेंजमेण्ट) के कारण केलासों का अनुस्थापन हो जाता है। तापशीतन में ताप के प्रभाव से केलास इकाइयों का पुनर्विन्यास हो जाता है, इससे उनका मृदुलन एवं सायाम (इक्वी-एक्स्ट) रचना हो जाती है। केलासों के एक्स-किरण विश्लेषण से पुनर्केलासन, काल-कठोरभवन (एज हार्डनिंग), निर्वाप-कठोरभवन (रिवेज हार्डनिंग) इत्यादि घटनाओं के अध्ययन में विशेष सहायता मिलती है। यह मिश्रधातु सहितों में कला साम्यावस्था (फेज इक्विलिब्रियम) के निर्धारण की भी बड़ी आशु और यथार्थ रीति है। स्वर्ण-ताम्र मिश्रधातु जैसी कुछ मिश्रधातुओं में होनेवाले परिवर्तनों ने धातुकर्मजों को काफी परीशान कर रखा था, किन्तु अब यह स्पष्ट हो गया है कि यह परिवर्तन अक्रमबद्ध विन्यास से एक प्रजाल के अन्दर क्रमबद्ध विन्यास का है जिसमें अन्य लक्षण अपरिवर्तित रहते हैं। इन अनुसन्धानों का बड़ा व्यापक महत्त्व है और इनसे मिश्रधातु सबन्धी अनेक विधाओं पर प्रकाश पड़ा है जिससे उनके प्राविधिक गुणों की बड़ी उन्नति की जा सकी है।

रेडियोप्राप्ति की सहायता से सघनो (वेल्ड्स) और ढली वस्तुओं में गूँथ स्थानों एवं धम छिद्रों (व्हायस्ट होल्स) के परीक्षण में एक्स-किरणों का प्रयोग उसका दूमरा लाभ है। इस रीति में धातु न्यादर्श में से होकर एक्स-किरणावली पार कराने से एक छायाचित्र बन जाता है। एक्स-किरणों की उत्पत्ति के लिए प्रयुक्त बोल्टता जितनी ऊँची होगी उतनी ही उन किरणों में प्रवेशी शक्ति अधिक होगी। आदर्श परिस्थितियों में ये किरणें धातुओं के अन्दर ५ इंच तक प्रवेश कर जाती हैं।

एलेक्ट्रान तटनमन (डिफ्रैक्शन) द्वारा धातु-तलों की रचना के परीक्षण से उनमें महत्त्वपूर्ण विकास हुआ है। इनमें गैत्वनीकरण तथा संधारित तलों इत्यादि जैसे विद्युत्-रोपित (एलेक्ट्रो डिपॉजिटेड) एवं तप्त निमग्निन (हॉट डिप्ड) आवरणों की प्रकृति के बारे में भी काफी ज्ञान प्राप्त हुआ है। अब एलेक्ट्रानों का एक दण्ड (बीम) किसी तल से टकराता है अथवा किसी पतले स्तर में से गुजरता है तो तटनमन (डिफ्रैक्शन) होता है और द्रव्य विशेष के परमाणुओं के नाभिकों द्वारा एलेक्ट्रानों का प्रकीर्णन (स्कैटरिंग) हो जाता है। इस बात में एक्स-किरण तटनमन से एलेक्ट्रान तटनमन भिन्न होता है क्योंकि एलेक्ट्रान दण्ड तो किसी तल के अन्दर मिलीमीटर के लब्धवश से अधिक प्रवेश नहीं कर सकता जब कि अपने अधिक तरंग-दैर्घ्य के कारण एक्स-किरणें अपेक्षाकृत अधिक अन्दर तक प्रवेश कर सकती हैं। जब रासायनिक संयोजन, उत्प्रेरण (कैटेलिसिस) तथा अन्य इसी प्रकार की घटनाओं को तल घटना

(मफ़ेम फिनामिना) के रूप में देखा जाय तो तल-विश्लेषण का प्राथमिक महत्व नुरन्त समझ में आ जायगा। आज के एलेक्ट्रान सूक्ष्मदर्शी के आविष्कार से रचनाओं का १०,००० गुने से अधिक आवर्धन (मैग्नीफिकेशन) प्राप्त करना संभव हो गया है।

लोहा और इस्पात —इस्पात, विकारवनीकृत लोहा (इन्ग्राट आयरन), पिटवाँ लोहा तथा ढलवाँ लोहा इत्यादि पिंग लोहे से बनाये जाते हैं। पिंग लोहा लौह अयस्कों को धम भट्ठी में प्रद्रावित करके तैयार किया जाता है। एक शताब्दी पूर्व इस प्रकार का प्रद्रावण बड़े लघु पैमाने पर प्रारम्भ किया गया था। किन्तु आज की धम भट्ठी एक अति विशालकाय यंत्र है जिसकी साजसज्जा सचमुच भयंकर परिमाणवाली होती है। लौह अयस्क से सीधे इस्पात उत्पन्न करने का भी प्रयत्न किया गया था किन्तु वह धार्थिक दृष्टि से सफल नहीं हुआ। फिर भी अभी उस दिशा में काम करने की बड़ी संभावनाएँ हैं। धम भट्ठी में प्रद्रावण (स्मेल्टिंग) के लिए ईंधन, अयस्क और द्रावक (फ्लक्स) का प्रभरण (चार्जिंग) भट्ठी के मिरे पर से किया जाता है और उसके पेंदे में तप्त वायु धोकी जाती है। वायु से कोक ईंधन का दहन होता है जिसमें रासायनिक प्रतिक्रियाओं तथा उत्पत्तियों के द्रवण के लिए पर्याप्त उष्मा प्राप्त होती है। इन्हीं प्रतिक्रियाओं में उत्पन्न गैसों से अयस्क का अपचयन<sup>१</sup> होकर धातु बन जाती है, जो गैस-धातु प्रतिक्रिया की सहायता से कार्बन की पर्याप्त मात्रा अवशोषित कर लेती है। इसी के साथ-साथ चून पत्थर वाला द्रावक अयस्क की अशुद्धियों को गला कर धातुमल (स्लैग) के रूप में परिणत कर देता है। प्रतिक्रियाओं में उत्पन्न गैसों तो भट्ठी के मिरे से बाहर निकल जाती हैं किन्तु तरल उत्पादन अर्थात् पिंग लोहा और धातुमल नीचे चुल्ली में एकत्र हो जाते हैं और उनमें से वे टैप द्वारा चुआ लिये जाते हैं। इस विधा के दोनो उपजात, धम भट्ठी धातुमल और गैस, काफी मूल्यवान् होते हैं और अच्छे पैमाने पर उनका उपयोग होता है।

अयस्कों को यंत्रों में कूट और चाल कर उनके श्रेणीकरण का प्रबन्ध होना है। आवश्यक परिमाण के कणों को अलग कर लिया जाता है तथा अति सूक्ष्म कणों को भट्ठी में डालने के पहले अभिषिण्डित (एंग्लोमरेट) कर दिया जाता है। इस प्रकार के मज्जीकरण (माइजिंग), और सूक्ष्म पदार्थों के निरसन तथा विद्युत नियंत्रण से यांत्रिक प्रभरण<sup>२</sup> का उन्नत रीतियों से पिंग लोहे का उत्पादन बढ़ाने और कोक की खराब रस करने की दिशा में विशेष प्रगति हुई है।

<sup>१</sup> Reduction

<sup>२</sup> Mechanical charging

मूकम अयस्क, सांद्रित, वाहिनी घूल (फ्लू इस्ट), मिल की शल्के (स्केल) तथा माक्षिक अवशिष्टों जैसे द्रव्यों के सपुजन (सिन्टरिंग) से काफी सतोपजनक पदार्थ प्राप्त हो जाता है। और आजकल लौह धम भट्टियों के प्रभरण में कुछ प्रतिशत सपुज मिलाने की प्रथा चल पड़ी है। सपुजन सयत्र में अयस्क को आद्रता की एक नियमित मात्रा तथा ६—८% कोक समीर (बीज) के साथ मिलाने से प्राप्त मिश्रण को प्रज्वलित (इम्माइट) कर दिया जाता है, और सयत्र के नीचे लगे पखों से हवा खींच कर द्रव्य को सपुजित किया जाता है। इकाइट-लाफ्ट, ग्रीनफास्ट तथा ए० आई० डी० प्रणालियों में सपुजन विधा का प्रचलन है। त्रिकेंद्रित तथा ग्रन्थामय-करण (नोड्यूलराइजिंग) अभिपिण्डन की अन्य रीतियाँ हैं।

पिग लोहा के उत्पादन में इंग्लैंड अग्रणी रहा। १७३५ में डार्वी ने कोलबुक डेल, ऑपशायर में प्रथम बार कोक इंधन लगाकर अयस्कों का सफल प्रद्रावण किया था। १८२८ में नील्मन ने तप्त वायु भाप्टर (हॉट एयर ब्लास्ट) का आविष्कार किया था, जिसका प्रयोग १८३० में ब्लाइट के लोहे के कारखाने में किया गया। १८५० में पैरी ने 'एब बेल' में धम भट्टियों के निरे से द्रव्यों के प्रभरण के लिए पण्ट एब शक्नु (बेल एण्ड कोन) युक्ति निकाली थी। और १८५७ में मिडिलमवरो के काउपर ने तप्त धम स्टोव का सर्वप्रथम प्रयोग किया था। लौह-प्रद्रावण की प्रगति के ये युगान्तर चिह्न हैं, क्योंकि कालान्तर में इन्हीं आविष्कारितियों में परिवर्तन सशोधन करके सारे ससार की आधुनिक भट्टियाँ बनायी गयी हैं।

जैसे जैसे भट्टियों के आकार में वृद्धि होती गयी वैसे वैसे प्रभरण के लिए द्रव्यों की विशाल राशि को उसके निरे पर पहुँचाना बड़ी गहन समस्या होती गयी, जिसे हल करने के लिए आधुनिक भट्टियों के यांत्रिक प्रभरण को 'डब्ल स्किप ह्यायस्ट' रीति निकाली गयी, जिसका नियंत्रण विद्युत् द्वारा होता है। आज की इस रीति और कुछ वर्ष पुरानी भाप ह्यायस्ट रीति में कोई सादृश्य नहीं है। माल उठाने की ५५० फुट प्रति मिनट चाल तथा स्किप कारो की २०० घन फुट धारिता ही आधुनिक भट्टियों के लिए अनिवार्य मानी जानी है। इसके लिए विशालकाय चालन (ट्रांसमिग) मोटरो और बड़ी मजबूत बनावट की आवश्यकता होती है। स्किप को भट्टी के निरे तक बड़ी शीघ्रता से उठाया जाता है और वहाँ वह स्वतः रुकती और खाली हो जाती है और नीचे आकर पुनःप्रभरण के लिए रक जाती है। भट्टियों का अयस्क की उपलब्धि के अनुसार यथासंभव पूर्ण प्रभरण किया जाता है, क्योंकि इससे उत्पादन स्तर ऊँचा रहता है और ऊपरी ध्येय में काफी कमी हो जाती है। आजकल बहुतो बुझाने के लिए 'डब्ल बेल' और 'हापर' या



प्रयोग किया जाता है क्योंकि इसमें अगली बार प्रभरण के समय गैसों की हानि नहीं होने पानी। आधुनिक भट्टियों में स्वतः-चालित धूर्णन वितरक शीप (रोटेटिंग डिस्ट्रीब्यूटर टार) लगा रहता है; मैन्की अथवा ब्राउन डिस्ट्रीब्यूटर इसके उदाहरण हैं। स्क्रि में से प्रभार इन्हीं वितरकों में आता है जो पूर्व निश्चित कोण पर घूम कर उसका एकसम वितरण करता है। धातुओं को साँचों में ढालने की गति में भी वृद्धि और खर्च में कमी की गयी है। इसके लिए ब्रैसर्ट तथा उर्हॉलिंग मशीनों जैसी पिंग लौह ढलाई की मशीनें इस्तेमाल की जाने लगी हैं। इन मशीनों की प्रयुक्ति में सुन्दर और स्वच्छ ढलाई होने लगी है क्योंकि इसमें द्रव्यों में समायी हुई बालू निबल जाती है तथा उनकी बनावट एकसम हो जाती है। भट्ठी गैस की सफाई भी सभी कारखानों में एक बहुत बड़ा काम होता है क्योंकि इसी की मफलता पर सम्पूर्ण सयन की आर्थिक व्यवस्था निर्भर होती है। गैस में से धूलि माफ करने के लिए आई रीतियाँ प्रयुक्त होती हैं। इनके लिए धावन स्तम्भों अथवा वियोजकों (डिसइण्टिग्रेटर) का प्रयोग किया जाता है। शुष्क रीति में धैला छनाई (ड्रेग फिल्ट्रेशन) अथवा विद्युत स्थैतिक अवशेषण (एलेक्ट्रोस्टैटिक प्रेसिपिटेशन) अथवा इन दोनों की मिनी-जुली विधा का प्रयोग किया जाता है। विद्युत स्थैतिक अवशेषण के सम्बन्ध में सर ऑलिवर लाज ने इंग्लैण्ड में तथा कॉट्रैल ने नयुक्त्त राज्य अमेरिका में बड़ा काम किया, जिसके फलस्वरूप गैस स्वच्छीकरण में विशेष उन्नति हुई और आजकल तो घम भट्ठी गैस के अतिरिक्त अनेक अन्य उद्योगों में गैसों में से धूलि और धुआँ माफ करने के लिए 'लॉज-कॉट्रैल विधा' एक बड़ी सफल एवं प्रतिष्ठित विधा के रूप में अपनायी जाती है। इस विधा का सिद्धान्त यह है कि धूलि भरी गैस को जब ऐसे तलों की एक श्रेणी से पार करवाया जाता है, जिसमें अति उच्च वोल्टता (५०,००० वोल्ट) पर चार्ज किये धातु विद्युदग्र आलम्बित रहते हैं, तो विसर्जन (रिस्चार्ज) और सप्ताही विद्युदग्र (रिमीविंग एलेक्ट्रोड) के बीच अत्यन्त उच्च विभव भेद (पोटेन्शियल डिफरेंस) उत्पन्न हो जाता है और दोनों विद्युदग्रों के बीच का स्थान गैसीय आयनों से परिपूर्ण हो जाता है, धूलि कण विद्युत स्थैतिकता आविष्ट (चार्ज्ड) हो जाते हैं तथा बाह्य नली की ओर चालित होते हैं, उनकी चाल बल की प्रवणता (इन्टेन्सिटी ऑफ फोर्स) एवं गैस की वेग पर निर्भर होती है। धूलि रैपर गियर द्वारा निरमित हो कर अवशेषकों (प्रेसिपिटेटर्स) के निचले भाग में लगे अधोवापों (होर्स) में एकत्र हो जाती है।  $0.1 \mu$  (माइक्रॉन) परिमाण से निम्न सूक्ष्मता वाले धूलि कणों को सूक्ष्मदर्शी में देखने पर उनमें स्पष्ट रूप से ब्राउनियन चाल दिखाई पड़ती है, उनका निरसन केवल बड़े सयन में ही

सम्भव होता है। आधुनिक गैस मफाई मयंत्रों की सहायता से गैसों में धूलि की प्रति घन मीटर ५—१० ग्राम मात्रा घटा कर ०.००२५ ग्राम तक कर दी जा सकती है। इससे तप्त घम स्टोव इत्यादि का क्रियाकरण अधिक एकसम हो जाता है तथा  $\text{Na}_2\text{O}$  तथा  $\text{K}_2\text{O}$  भद्दा धारों के द्वारा अग्नि-ईंटों के अस्तर का द्रावण नहीं हो पाता।

एकान्तर चिंति (चेकर वर्क) की प्ररचना में संशोधन करके तप्त घम स्टोव की कार्यक्षमता उन्नत की गयी है, इसमें उसकी उष्मा सामर्थ्य भी बढ गयी। ब्रैमट तथा अन्य उच्च सामर्थ्यवाले स्टोवों के द्वारा गैसों में बडा प्रमुख प्रवाह (टर्बुलेंट फ्लो) आ जाता है, क्योंकि मुख्य चिंति (चेकर वर्क) में विनिष्ट आकार की पूरक ईंटें लगाने से ईंट की सन्नरीदार दीवार की सन्नरियों का आपात क्रमशः स्टोव के नीचे की ओर कम होना जाता है, इनो में स्टोव के ठंडे भाग में गैसों का वेग प्रबल हो जाता है। स्टोव ज्वालको में दहनार्थ हवा के स्वतः नियमन का प्रबन्ध होना है जिसमें उसकी कार्यक्षमता अधिकतम हो जाती है। जर्मनी में तप्त घम स्टोवों के स्थान पर धातु के बने पुनर्जनित्रों (रीजनरेटर) के उपयोग करने के प्रयत्न एवं परीक्षण किये गये हैं। यदि परीक्षणों से उनका प्रयोग लाभदायक सिद्ध हुआ तो स्वतःचालित इस्पात-नली तापको के लिए बहुत कम स्थान लगेगा तथा उनका क्रियाकरण (आपरेशन) भी सरल होगा।

घम भट्टी गैस का उष्मीय मान (कैलारिफिक वैल्यू) प्रति घन फुट लगभग १०० बी० टी० यू० ( ब्रिटिश थर्मल यूनिट) होता है। अब यह कोक चूल्हों में अग्नि-प्रज्वलन तथा भाप उत्पन्न करने के लिए उत्तम ईंधन का काम करती है। यह द्रवियों (लैडल) को तप्त करने तथा मिल भट्टियों एवं उष्मीयचार भट्टियों के लिए भी काम में आती है; और विशेषकर जब प्रतिघन फुट लगभग ५७० बी० टी० यू० वाली कोक ऑक्सी गैस के साथ मिला दी जाती है तो यह इस्पात बनानेवाली बड़ी बड़ी खुली चुल्ली भट्टियों को तप्त करने के लिए भी इस्तेमाल की जाती है। कनाडा, संयुक्त राज्य अमेरिका, और भारत इत्यादि की अपेक्षा ग्रेट ब्रिटेन में प्रति भट्टी पिग लोहे का उत्पादन कम है। इसका मुख्य कारण यह है इंग्लैण्ड के इस काम में अगुआ होने में वहाँ पर अब भी प्रारम्भिक छोटी छोटी भट्टियाँ काम में आ रही हैं, जब कि वहाँ के कार्यों एवं अनुभवों में लाभ उठाकर अन्य म्यानों में बड़ी बड़ी एवं उन्नत भट्टियाँ बना ली गयी हैं, दूसरा कारण वहाँ का निम्न थेंपी अवयस्क भी है, जो कि प्राप्य होने पर उनके माव आयातित उच्च थेंपी अवयस्क भी मिलाये जाते हैं। अन्य देशों की विस्तृत भट्टियाँ लगभग १०० फुट लंबी होती हैं और प्रतिदिन १००० टन पिग लोहा गलाती हैं।

एक समय था जब घम भट्टियों के धातुमल व्यर्थ समझे जाते थे, किन्तु अब वे सड़क बनाने में टार खण्डाश्म (मैकाडम) के लिए प्रयुक्त होने लगे हैं, रेलों के बीच के रोड़े भी आजकल इसी के होते हैं तथा धातुमल ऊन (स्नैग ऊन) के निर्माण में इनका प्रयोग होता है। धातुमल ऊन उष्मा एवं ध्वनि पृथक्कारक की तरह इस्तेमाल किया जाता है। अन्य देशों में जहाँ कच्चे माल मँहगे पड़ते हैं वहाँ पोर्टलैंड सीमेण्ट के स्थान पर यह हाइड्रालिक सीमेण्ट के लिए काम आता है, तथा धातुमल इंटें, और चूर्णक खाद भी इसका बनता है। कंकरीट के एक सघटक के रूप में भी इसका इस्तेमाल होता है।

“हैमेटाइट” पिंग लोहे की एक श्रेणी है जिसकी गंधक और फास्फोरस मात्राएँ कम होती हैं। यह इस्पात-निर्माण की अम्ल विधा के उपयुक्त होता है। दूसरी श्रेणी को “फौग्री” कहते हैं, जो ढलवाँ लोहे के लिए विशेष रूप में काम आती है, और तीसरी श्रेणी “बेसिक” होती है जो इस्पात बनाने की पैठिक विधा में काम आती है। कोक ईंधन से तापित कुपोला भट्ठी में अथवा ब्रूनिंग ईंधन या तेल से तापित धूमन भट्ठी में पिंग लोहे की विशेष श्रेणी को गला करके ढलवाँ लोहा बनाया जाता है। भट्ठी में पैठिक उष्मक पदार्थों का जस्तर लगा कर पैठिक कुपोला में उन्नति की गयी है, जिसमें द्रावित लोहे में फास्फोरस और गंधक की मात्राएँ कम की जा सकी हैं। कठोर स्वेत ढलवाँ लोहे को मृदु एवं यंत्रण योग्य बनाने के लिए उसका तापशीतन (ऐनीलिंग) आवश्यक होता है, इसकी दो विधाएँ हैं—‘व्हाइटहार्ट’ तथा ‘ब्लैकहार्ट’। मृदुकृत ढलवाँ लोह को ‘धातवर्धक ढलवाँ लोहा’ (मैलिबेल कास्ट आयरन) कहते हैं। बहुत जगह यह मृदु इस्पात के स्थान पर भी प्रयुक्त होता है, विशेषकर जटिल यंत्रों के छोटे छोटे भाग बनाने में। इसका सम्पादन और ढलाई की सरलता इसके विशेष गुण हैं।

इस्पात लोहा-कार्बन की मिश्रधातु है जिसमें कुछ अन्य तत्व भी लगे मिले रहते हैं, इसमें १.५% से भी कम कार्बन होता है। मिश्रधातु इस्पात में कार्बन के लावा एक या अधिक अन्य तत्व भी होते हैं, जिनका अनुपात केवल इतना रखा जाता है जिससे उनके लाभकारी गुण उत्पन्न हो जायें। कुछ देशों में कार्बन की आवश्यकता नहीं पड़ती, और मृदु इस्पात तथा मिश्रधातु इस्पात में तो केवल ०.०३% ही कार्बन होता है, किन्तु अधिकांश इस्पातों में बाछित गुण एवं प्रकृति उत्पन्न करने के लिए कार्बन का ही आश्रय लेना पड़ता है। आजकल इस्पातों की अनावारण समस्या प्राप्य है और बहुत से नये नये इस्पात बनते जाते हैं, जिनका अधिकांश श्रेय ब्रिटिश धातु-कर्मजों को है।

इस्पात-निर्माण की दो महती रीतियाँ हैं—सुली चुल्ही (ओपेन हार्थ) विधा और वैसेमर विधा। मयार का अधिकांश इस्पात इन्हीं रीतियों से तैयार किया जाता है। इन दोनों विधाओं में मिलिकान, कार्बन इत्यादि संघटक तत्वों का ऑक्सीकरण करके पिग लोहे का परिष्करण किया जाता है। दोनों विधाओं में से प्रत्येक में दो मुख्य रीतियाँ होती हैं—अम्ल रीति और पैठिक रीति। अम्ल रीति में उच्च मिलिकॉन तथा निम्न गंधक और फास्फोरस मात्रावाले पिग लोहे का परिष्करण होता है; भट्टियों के अस्तर मिलिका के बने होते हैं और जो घातुमल निकलता है उसमें गंधक और फास्फोरस नहीं निरसित होता। पैठिक भट्टियों के अस्तर टोलोमाइट के बने होते हैं तथा घातुमल में चूने की अधिकता होती है। इस घातुमल द्वारा क्रमशः कैल्शियम सल्फाइड और कैल्शियम फास्फेट के रूप में गंधक और फास्फोरस अवशोषित होते हैं। पैठिक भट्टियों में अधिक अनुद और मस्ते पिग लोहे तथा क्षेप इस्पात का परिष्करण होता है। अधिकांश इस्पात पैठिक विधा से ही उत्पन्न होता है। मूपा (क्रुमिचक) और विद्युत् विधाओं जैसी अन्य विधाओं में क्षेप इस्पात को गलाकर इस्पात बनाया जाता है। पैठिक विद्युत् भट्टियों में उच्च श्रेणी का परिष्करण होता अवश्य है किन्तु प्रारम्भिक द्रव्य अपेक्षाकृत अधिक शुद्ध होते हैं।

मीनेन्स नामक जर्मन इंजीनियर के प्रयास से सुली चुल्ही (ओपेन हार्थ) विधा में बड़ी आश्चर्यजनक उपति हुई है। उन्होंने इस्पात की भट्टियों में उष्मा मरक्षण की पुनर्जनन प्रणाली निकाली। इससे दहन की उत्पत्तियों से ही पुनर्जननों को तप्त कराने के बाद ही उन्हें चिमनी के द्वारा बाहर छोड़ा जाता है। गैसीय ईंधन और समय समय पर प्रवेश करनेवाली वायु को उल्टी दिशा में प्रवाहित करने से वे दहनार्थ चुल्ही में मियित होने से पहले ही उच्च ताप तक पूर्वतापित हो जाती हैं। इस तरह से घातु द्रव्य भी परिष्करण एवं द्रव इस्पात की बलाई के लिए आवश्यक उँचा ताप प्राप्त कर लेते हैं। जब द्रव्य में के अवाछित तत्व ऑक्सीकृत हो जाते हैं अथवा घातुमल में रह जाते हैं तब द्रावित इस्पात को दाँवियों में चूआ लिया जाता है और घातु के विआक्सीकरण के लिए उसमें फेरो-सिलिकान अथवा फेरो-मेगनीश अथवा अन्य मिश्रधातु डाली जाती है। इससे या तो पूर्णतया शान्त (किन्ड) इस्पात प्राप्त किया जा सकता है, अथवा लघु-कार्बन "अर्ध शान्त", "मनुलिन" अथवा प्रबुद्ध (रिमिंग) इस्पात उत्पन्न करने के लिए केवल आगिक विआक्सीकरण किया जाता है। ये विभिन्न प्रकार के इस्पात व्यापार के विविध प्रयोजनों की विभिन्न आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए तैयार किये जाते हैं।

समस्त अम्ल तथा कुछ पैठिक सुली-चुल्ही भट्टियाँ स्थिर होती हैं, किन्तु आज-

कल ३०० टन की धारितावाली अभिनमन (ट्रिल्टिंग) यर्थात् झुकाई जानेवाली भट्ठियों लगी रहती हैं। इन विपुल धारितावाली भट्ठियों के प्रयोग से इस्पात का उत्पादन बहुत अधिक बढ़ गया है। इनमें से भट्ठी सुका करके द्रावित धातु को अनेक दवियों में चुआया जाता है। भट्ठियों को सुकाने के लिए उनके दोलको (रॉकर) में लगे रैम को बिजली से जलाया जाता है। अभिनमन यानी झुकाई जाने वाली भट्ठियों में उत्पादन-शक्ति की वृद्धि एवं मितव्ययिता सदा अनेक लाभ हैं। घम भट्ठियों से द्रावित लोहे के संग्रहण के लिए एक बड़ी मिश्रक (मिक्स्चर) भट्ठी की आवश्यकता होती है, इससे लोहे में उष्मा मरक्षित रहती है। चार्ज में सामान्यतः क्षेप्य इस्पात तथा मिश्रक की तप्त धातु होती है, किन्तु यदि क्षेप्य इस्पात का अभाव हो तो आवश्यकता पड़ने पर १००% द्रावित लोहे में ही बिधा चलायी जा सकती है। प्राप्त पैठिक धानुमल, जिसकी साइट्रिक अम्ल विलेयना काफी अधिक होती है, अपनी उच्च कैल्शियम फास्फेट मात्रा के कारण कृप में अच्छे उर्वरक के रूप में विकता है। खुली-चुली भट्ठियों को तप्त करने के लिए प्रोड्यूसर गैस या कोक ओवेन गैस अथवा कोक ओवेन गैस और घम भट्ठी गैस का मिश्रण काम में लाया जाता है। घम भट्ठियों एवं कोक ओवेनों से प्राप्त स्वच्छ गैसों को बड़े बड़े गैस-धारकों में संग्रहीत करके आवश्यकता पड़ने पर इस्तेमाल किया जाता है। पिछले कुछ वर्षों में ही ईंधन के प्रयोग में मितव्ययिता बर्ती जाने लगी है और इससे लोहे और इस्पात के सस्ते उत्पादन में बहुत बड़ी सहायता मिली है। आधुनिक खुली-चुली भट्ठियों में वैज्ञानिक नियंत्रण के लिए गैस-आदान देक्षक (गैस-इन्पुट इण्डिकेटर) तथा सलेखित्र (रेकार्डर्स) लगाये गये हैं, प्रत्येक पुनर्जनित्र (रीजेनरेटर) पर चतुर्विन्दु सलेखित्र सहित उत्तापमापी (पाइरोमीटर) लगे रहते हैं तथा घाष्पित्रो इत्यादि के क्षेप्य गैसों का ताप बतानेवाले उत्तापमापी का भी उपबन्ध रहता है। घम भट्ठी संयंत्रों में भी भट्ठी के विविध भागों की गैसों और ताप के सलेखन का प्रबन्ध रहता है। लेकिन इन सबका एक दूरस्थ कमरे में केन्द्रीय नियंत्रण होता है, और गैस धारकों पर प्राप्य गैस की कुल मात्रा के देखक लगे रहते हैं तथा आपाती परिस्थितियों के सूचनार्थ अन्य सूचक भी लगे रहते हैं।

इस्पात-निर्माण की बेसमर बिधा में द्रावित पिण लोहे में से होकर वायु को एक धारा बहाया जानी है जिसमें मिलिकान, मैगनीज, कार्बन तथा फास्फोरस का इसी क्रम से ऑक्सीकरण हो जाता है और उनके अपने अपने ऑक्साइड बन जाते हैं। इन वायु प्रतिक्रियाओं से उत्पन्न उष्मा धातु को द्रावित रखने के लिए पर्याप्त होती है। इस गंदर्भ में यह बताना आवश्यक है कि उपयुक्त तत्त्वों के निकल जाने में लोहे का

द्रवणांक लगभग  $1200^{\circ}\text{C}$  से  $1500^{\circ}\text{C}$  हो जाता है। हेनरी बेसमर ने  $1855$  में इन तथ्यों का आविष्कार किया था; उन्हीं के नाम पर इस विधा एवं सयत्र के नाम रखे गये। बेसमर सयत्र में  $1000$  टन धारितावाला एक मिश्रक होता है जिसमें घम भट्ठी में तापित धातु रखी जाती है, इसके अतिरिक्त लोहे के परिष्करणार्थ एक परिवर्तक, एक ढलाई कुंशि (कास्टिंग बे) और ढलाई के बाद पिण्डक (इन्गॉट) को बेलने के लिए एक बेलन मिल होनी है। आधुनिक खुली-बुल्ली भट्टियों की अपेक्षा इन परिवर्तकों की धारिता कम होती है, किन्तु लोहे से इस्पात बनाने के लिए केवल २३ मिनट का समय लगता है, इसलिए एक २५ टन वाले परिवर्तक से भी काफी अधिक उत्पादन सम्भव होता है। भट्ठी की रम्भाकार काया के चारों ओर मजबूत इस्पात का एक पट्टा लगा रहता है, जिसे विवर्तनी ध्वज (ट्रैनियन रिंग) कहते हैं। इसी ध्वज में विवर्तनियों लगी होती हैं जिनके सहारे पर भट्ठी घमती है। एक विवर्तनी खोसली होती है और उसका सम्बन्ध घम इजन से होता है, साथ ही ऐसा प्रबन्ध होता है कि  $90^{\circ}$  कोण पर घूमते हुए परिवर्तक में भी वायु फूँकी जा सकती है। अम्ल बेसमर विधा में परिवर्तक (कान्वर्टर) के अन्दर गैनिस्टर का अस्तर लगा होता है, जिसमें गंधक और फास्फोरस की लघु मात्रा वाले पिग लोहे का क्रिया-करण होता है, क्योंकि इन विधा में उपर्युक्त दोनों अशुद्धियों का निरसन नहीं होता। प्रथम कुछ मिनटों में परिवर्तक के मुँह की ज्वाला बहुत छोटी तथा बहुत नमिक दीप्त होती है किन्तु जब मिलिकान और मंगनीज का पूर्ण आक्सीकरण हो जाता है तब ज्वाला बढ़कर २५ फुट लम्बी एवं अत्यन्त चमकदार हो जाती है, इसका कारण कार्बन का आक्सीकरण होता है जिससे  $\text{CO}$  तथा  $\text{CO}_2$  गैसें उत्पन्न होती हैं। हवा फूँकना प्रारम्भ होने के लगभग २३ मिनट बाद ज्वाला सहसा बुझ जाती है, इससे फूँकाई पूर्ण हो जाने का संकेत मिलता है और वर्तन को नीचे की ओर घुमा दिया जाता है, और हवा फूँकना बन्द करके इस्पात को दर्बी में चुम्बा लिया जाता है। धातु के विऑक्सीकरण के लिए फेरो-मिश्रधातु की आवश्यक मात्रा ढाली जाती है। अम्ल बेसमर इस्पात का यत्रण (मशीनिंग) बड़ी मुश्किलता से किया जा सकता है और पेष बनाने वाले भी खुली-बुल्ली इस्पात की अपेक्षा इसको उत्तम मानते हैं, गोकि दोनों प्रकार के इस्पातों का विश्लेषण-फल सामान्यतः एक ही होता है। हाल में एक नये प्रकार के इस्पात का विकास हुवा है, इसे "लेडल्यॉय" कहते हैं। खुली-बुल्ली विधा में पिण्डक ढलाई के समय इस्पात में थोड़ा सा सीस (लेड) डालकर यह मिश्रधातु बनायी जाती है। सीस की मात्रा से इस्पात में आनु-वर्तन (फ्री कटिंग) गुण आ जाता है।

पैठिक बेसमर विधा को 'टामस-गिल्क्राइस्ट पैठिक विधा' तथा यूरोपीय महा-द्वीप में 'टामस विधा' भी कहते हैं। इसमें परिवर्तक के अन्दर टारयुक्त डोन्गोमाइट का अन्तर लगा रहता है जिसमें फास्फोरिकीय पिंग लोहे का परिष्करण होता है। यह विधा भी सामान्यतः वैसी ही है किन्तु इसमें काचन के निरसन के बाद भी वायु फूंकना जारी रखा जाना है जिसमें फास्फोरस भी निकल जाय। चूँकि इस विधा में बाद वाली फुंकाई की कार्यपूर्ति का कोई बाहरी मकेत नहीं मिलता, इसलिए समय समय पर द्रावित धातु का नमूना निकाल कर यह देखना पड़ता है कि शीतल एवं छेदन (मेकनातिंग) के बाद उसमें रेशम जैसा भंग (फ्रैक्चर) कब उत्पन्न होता है। फास्फोरस, चूनेदार धातुमल में कैल्शियम फास्फेट के रूप में स्थिरीकृत हो जाता है। यह पैठिक धातुमल उर्वरक के रूप में बहुत विकला है। पैठिक बेसमर विधाका आविष्कार मिडनी गिल्क्राइस्ट टामस ने किया था। इन्होंने अपने भाई पर्मी कारलायल गिल्क्राइस्ट के साथ बेसमर विधा में फास्फोरस निकालने का प्रयोग १८७६ में किया था। प्रारम्भिक प्रयोग तो ब्लैनवॉन के इम्पान कारखाने में किये गये थे और बाद में बाल्कौ वाघन के मिडिल्सबरो स्थित कारखाने में बड़े पैमाने पर प्रयोग किये गये। सर्वप्रथम आधिकारिक फुंकाई १८७९ में की गयी और ज्यों ही इन प्रयत्नों की सफलता लोगों को मालूम हुई, त्यों ही यूरोप के विविध धातुकर्मज्ञों और इम्पान कारखानों के प्रबन्धकों ने सर्वथी 'बाल्कौ वाघन वर्क' में उसकी विधा का शिक्काकरण देखने की अनुमति माँगी। होर्डे वर्क के प्रतिनिधि इससे इतने मनुष्ट हुए कि उन्होंने तुरन्त लन्दन जाकर जर्मनी और लुक्जमबर्ग में इस विधा की प्रयुक्ति के अधिकार के बारे में टामस से बातचीत शुरू कर दी। होर्डे वर्क तथा राइनिशे स्टालवर्क के साथ यह समझौता हुआ कि वे जर्मनी और लुक्जमबर्ग में टामस पेटेन्ट के अधिकारों का उपयोग कर सकें। इसके कुछ ही सप्ताह बाद हेर मैनेनेज ने आस्ट्रिया और हंगरी में भी टामस पेटेन्ट के उपयोग करने का अधिकार प्राप्त किया। १८७९ में होर्डे वर्क्स और राइनिशे स्टालवर्क दोनों कारखानों में सर्वप्रथम पैठिक बेसमर विधा का प्रयोग हुआ। १८८१ में यह विधा जर्मनी के १२ कारखानों में क्रियान्वित होने लगी, तथा १८९० में इस विधा में जर्मनी में लगभग १,५००,००० टन इस्पात का उत्पादन होने लगा और १९३५ में बढ़कर यह राशि ७,०००,००० टन हो गयी। १९३५ में ही फ्रांस में टामस इस्पात का उत्पादन ४,०००,००० टन में अधिक था। इस विधा के प्रचलन में जर्मनी तथा यूरोपीय देशों के फास्फोरिकीय अवशेषों के परिष्करण से इस्पात का निर्माण सभव हो सका।

जब से खुली चुल्हो वाली पैठिक विधा का, विशेषकर विशाल अभिनमन भट्टियों

सहित विधा का समारम्भ हुआ, तब से प्रायः सभी देशों में बेसमर विधा<sup>१</sup> की जगह इसी को इस्तेमाल करने की प्रवृत्ति रही है। वर्तमान काल में ससार के इस्पात के समस्त उत्पादन का ९०% इन्हीं दोनों पैठिक विधाओं से उत्पन्न होता है।

हाल के वर्षों में 'रोलिंग मिल' प्रथा में बड़े बड़े विकास हुए हैं, आधुनिक पट्टी (स्ट्रिप) मिलों में गुरु इस्पात के बेल्लन (रोलिंग) में तो विशेष उन्नति हुई है। इसमें विभिन्न चौड़ाइयों वाली इस्पात की पट्टियों का उत्पादन बहुत बढ गया है। आज की प्रति मिनट १,५०० फुट की बेल्लन गति से स्तार बेल्लन (शीट रोलिंग) प्रथा की कोई तुलना ही नहीं की जा सकती।

उलाई एव मिश्रधातु इस्पात पिण्डों (इन्गॉट) के लिए शीघ्र इस्पात की थोड़ी थोड़ी मात्राओं के द्रावण और परिष्करण के हेतु विद्युत भट्ठियों का विकास किया गया है। 'हैरील्ट भट्ठी' मनुष्य चाप भट्ठियों में पैठिक अस्तर लगा होना है, तथा वे द्रव्य के ऊपर ऊर्ध्वाकार दिशा में आलम्बित कार्बन विद्युदग्रों द्वारा गरम की जाती हैं। जनित्रों से प्राप्त धारा का परिणामित्रो (ट्रान्सफार्मर) द्वारा अवक्रमण (स्टेप डाउन) करके भट्ठी के लिए यथावश्यकता ८०—११० वोल्टता एव ४००० ऐम्पियर वाली प्रत्यावर्ती धारा (आम्प्टरनेटिंग करेण्ट) उत्पन्न कर ली जाती है। इन भट्ठियों में ऑक्सीकारक तथा अपचायक धातुमलों के साथ उच्च श्रेणी का परिष्करण तथा अधात्वीय अशुद्धियों से प्रायः सर्वथा रहित म्वच्छ इस्पात प्राप्त होता है। अभी हाल में विशिष्ट द्रव्यों के गलाने के लिए उच्च आवृत्ति प्रेरण (हाई फ्रिक्वेन्सी इण्डक्शन) भट्ठी काम में आने लगी है। ऐंजैक्स-नाइप उच्च आवृत्ति प्रकार की भट्ठी का विकास मूलतः अनुसन्धान कार्य एव बहुमूल्य धातुओं को गलाने के लिए किया गया था। धातु उष्मक (बाथ) में स्वयं बिना विद्युदग्रों के ही उष्मा उत्पन्न हो जाती है। २० पीण्ड द्रावण क्षमता वाली एक छोटी स्फुल्लिग-अवकाश (स्पार्क-नैप) भट्ठी प्रायः सभी अनुसन्धानशालाओं में लगी रहती है। पहले पहल इस भट्ठी का क्रियाकरण २०,००० चक्रों में भी अधिक ऊँचे आवर्तत्व (पीरियाडिसिटी) की धारा में होता था, परिपथ (सर्किट) में एक परिणामित्र (ट्रान्सफार्मर) होता है एव उत्पाद वोल्टता ६,६०० की श्रेणी की होती है। इससे मघनको के एक समूह का आवेशन<sup>२</sup> हो जाता है, जिनका मर्करी स्फुल्लिग-अवकाश के द्वारा निरावेशन<sup>३</sup> होता, जब कि प्रेरक कुंडल (इण्डक्शन क्वायल) में धारा संचारित करने से उच्च आवृत्तिसाली धारा उत्पन्न

<sup>१</sup>Bessemer Process<sup>२</sup>Charging<sup>३</sup>Discharging



हो जाती है। आजकल विशेष इस्पातो को गलाने के लिए कारखानों में ५ टन की उच्च आवृत्ति भट्ठी माघारणतया प्रयुक्त होने लगी है। बड़ी बड़ी भट्ठियों के लिए २०,००० चक्रों की श्रेणी की आवृत्तियाँ न तो आवश्यक थीं न वाछनीय बल्कि १००० में २,२५० तक चक्रों पर काम करनेवाले जनित्र काफी सुविधाजनक एवं कम खर्चेलि सिद्ध ए। इन साधनों में क्रियान्वित होने वाली इस्पात गलाने की भट्ठियाँ वर्षों से बिना किसी यांत्रिक अथवा विद्युत् कठिनाई के बराबर काम कर रही हैं। भट्ठी की बनावट आश्चर्यजनक रूप से सरल है। इसमें एक उष्मसह पात्र होता है जिसके चारों ओर सर्पिल कुण्डल (स्पाइरल क्वायल) लपेटा रहता है, और बीच के सकेर म्यान में जिकॉनाइट सदृश कोई उष्मा-पृथक्कारी (हीट इन्सुलेटर) भरा रहता है। लगभग ६०' से० पर कुंडल और प्रायः १६५०° से० पर द्रावित धातु के स्तरी की दूरी केवल २—३ इंच होती है। जटिल मिश्रधातु इस्पात, उच्च गति इस्पात तथा मधारण-रोधी इस्पात की ढलाई की श्रेणी में निश्चिन उन्नति हुई है। टंग्स्टन कार्बाइड जैसे पदार्थों की ढलाई असाधारण उच्च आवृत्तिवाली छोटी भट्ठियों में २,०००° से० ताप के ऊपर की जाती है। विद्युत् के प्रयोग से द्रव्यों का बड़ा शीघ्र एवं नियमित तापन होता है, भट्ठी के वायुमण्डल में किसी प्रकार का दूषण नहीं होता तथा मया-वश्यकता ऑक्सीकरण, उदामीन एवं अपचयन की परिस्थिति उत्पन्न की जा सकती है। इस भट्ठी का एक और विशेष लाभ यह है कि इसमें बड़ी मात्रा में मूपा श्रेणी (गुसिल क्वालिटी) का इस्पात उत्पन्न करने के लिए अधि-उष्मा (सूपर हीट) प्राप्त की जाती है।

**मिश्रधातु इस्पात**—मिश्रधातु इस्पातों के तैयार हो जाने से विद्युत, निर्माण, कठोरकरण (हार्डनिंग) एवं कटाई प्रयोजनों के लिए औद्योगिक क्षेत्रों में एक क्रान्ति सी पैदा हो गयी है। मुसोट का स्व-कठोरकरण उपकरण इस्पात ऐसा प्रथम उपयोगी मिश्रधातु इस्पात था जिसका १८६८ में पेटेन्ट कराया गया था, इसके कठोरकरण के लिए इसको पानी में नहीं बुझाना पड़ता था। १८८३ में क्रोमियम इस्पात तथा हैडफोन्ड का मैंगनीज इस्पात—दो और मिश्रधातु इस्पातों का आविष्कार हुआ। उन्नीसवीं शताब्दी के अन्त में निकेल इस्पातों का भी आविष्कार हुआ। आधुनिक उच्च गति इस्पातों के गुण कार्बन उपकरण इस्पात (कार्बन टूल स्टील) के गुणों से सर्वथा भिन्न होते हैं, उनमें १४ में १८" तक टंग्स्टन, ३ में ५" तक क्रोमियम, २ में ६% तक कोबाल्ट, ०.५ से २' बेंडियम, और मय मिलाकर ३०% तक मिश्रधातुकारक तत्त्व होते हैं। उनके उष्मोपचार में १,३००° से० में ठंडा करने के लिए तेल अथवा वायु के झोंके का प्रयोग किया जाता है, तथा सस्करण (टेम्परिंग) ५५०°—६००°

से० पर किया जाता है। इनके बने उपकरण न केवल लाल ताप पर काम कर सकते हैं वरन इन उच्च तापों पर उत्तम कटाई करते हैं। अब तो इनकी सहायता से कटाई की गति में १,००० फुट प्रति मिनट तक वृद्धि की जा सकी है, किन्तु इसके उपकरणों का सिरोंपण (टिपिंग) करना पड़ता है, उदाहरण के लिए कार्बन इस्पात का टमस्टन कार्बाइड से सिरोंपण किया जाता है। टेन्टेलम, मॉलिब्डेनम इत्यादि जैसी दूसरी धातुओं के कार्बाइड भी इस काम के लिए इस्तेमाल किये जाते हैं। सिरोंपण के लिए उपकरण के गिरो का पित्तलन (ब्रोडिंग) अथवा सघान (वेन्डिंग) किया जाना है। सादे टमस्टन इस्पातों का अधिकतर प्रयोग स्थायी चुम्बकों के लिए किया जाता है। अभी हाल में और भी ऊँचे चुम्बकीय गुणवाले इस्पातों का आविष्कार किया गया है। कोबाल्ट-क्रोमियम और निकेल-क्रोमियम इस्पात इनके उत्तम उदाहरण हैं।

स्वर्ण एव रजत अयस्को की ढलाई के साँचों, गुटिकाधार (वाल्व वेयरिंग), रेतों तथा 'स्टेनलेस' और मोर्चा रहित (रस्टलेस) इस्पातों के बनाने में क्रोमियम इस्पातों का प्रयोग होता है। स्टेनलेस या रस्टलेस इस्पात में १२ से १८% तक क्रोमियम होता है। सक्षारण-रोधी अर्थात् स्टेनलेस इस्पात का आविष्कार शेफील्ड के एच० ब्रियरले ने १९१३ में किया था। इस आविष्कार को यदि इस शताब्दी के महा-आविष्कारों में गिना जाय तो कोई अत्युक्ति न होगी। इस इस्पात में सक्षारण के प्रति महत्तम अवरोध उस दशा में होता है जब वायु अथवा तेल कठोरकरण से कार्बाइडों को विलीन रखा जाय। निकेल डाल करके १८/८ तथा १३/१३ क्रोमियम-निकेल इस्पातों जैसे आस्टेनाइटिक इस्पात बनाने से सक्षारण-रोध की सीमा और बढ़ जाती है। इन मिश्रधातुओं को प्रायः कोई भी रूप प्रदान किया जा सकता है किन्तु उन्हें दृढ़ कर नष्ट नहीं बनाया जा सकता।

निकेल डालने से इस्पात का तनाव-सामर्थ्य तथा कठोरता बढ़ जाती है, और निकेल इस्पातों का निवन्ध क्षेत्र भी अन्य किसी मिश्रधातु इस्पात की अपेक्षा अधिक व्यापक है। निर्माण-इस्पातों में निकेल-क्रोमियम इस्पात सबसे अधिक महत्त्वपूर्ण होता है। उष्मोपचार के बाद उनमें प्रत्यावर्ती प्रतिबल (आन्टरनेटिंग स्ट्रेस) के विरुद्ध विरोध अवरोधी बल उत्पन्न हो जाता है, इसलिए मशीनों के चलते भागों के लिए ये बड़े उपयोगी होते हैं। उष्मा-रोधी इस्पातों में क्रोमियम और निकेल का अनुपात अधिक होता है, किन्तु उच्च ताप पर महत्तम तनाव बल उत्पन्न करने के लिए टमस्टन भी मिलाना पड़ता है।

मिश्रधातु इस्पातों के तल कठोरकरण के लिए नाइट्राइड-कठोरकरण की विधा प्रयुक्त होती है। इसके लिए निम्न ताप पर अमोनिया गैस में इसका उपचार करना

पड़ता है। इस विधा का आविष्कार इसेन के डा० फ्राई ने किया था और इससे तल की जो कठोरता उत्पन्न होती है वह ज्ञान धातुतलों की महत्तम कठोरता से भी अधिक होती है। मैंगनीज इस्पात के आविष्कार का श्रेय मर राँवर्ट हैडफील्ड को है, इसमें १२ में १४, तक मैंगनीज और १२ में १३, तक कार्बन होता है। नये प्रकार के इस्पातों में यह सबसे अग्रणी है, तथा इसके आविष्कार से विविध क्षेत्रों में बड़ी मित-व्ययिता बर्ती जा सकी है। अपघर्षण के प्रति इसमें विशिष्ट अवरोध होता है; इसका मुख्य कारण यह है कि धीनरूपण (कोल्ड वर्क) से इस्पात की रचना बदल कर इसको मार्टेन्साइट का रूप प्रदान कर दिया जाता है। रेलीने पदार्थों के दलनवाले दलित्तों (क्रदार) के जन्म (जा), तिजोरिया, रेलगाडी के पहिये, टैंकों की कड़ियाँ और कोक के पट इत्यादि बनाने के लिए इसका प्रयोग होता है।

मिश्रधातु इस्पातों के तनाव-सामर्थ्य को प्रतिवर्ग इंच १०० टन से भी अधिक बढ़ाया जा सकता है तथा उसकी तन्वता में भी पर्याप्त वृद्धि की जा सकती है। इन्हें अचुम्बकीय भी बनाया जा सकता है तथा इनमें प्रति-घर्षक (एण्टी-स्क्रैपर) तथा अम्लता-रोधी विशेष गुण भी उत्पन्न किये जा सकते हैं। इसकी प्रसार गति प्रायः एकदम कम कर दी जा सकती है तथा अलूमिनियम की भाँति बढ़ायी भी जा सकती है। चुम्बकीय गुणों का भी संचार किया जा सकता है। इस प्रकार की सफलताओं से इस दिशा में हो रहे आधुनिक विकासों का पूरा आभास मिलता है।

निकेल—पिछले कुछ समय में निकेल और इसकी मिश्रधातुओं के प्रयोग में निरन्तर वृद्धि हो रही है, और यह आधुनिक धातुकर्मिकी का बड़ा प्रमाण एवं व्यावहारिक अंग हो गया है। ताँब, लौह, क्रोमियम और अलूमिनियम जैसी वाणिज्यिक धातुओं के साथ निकेल बड़ी सहजता में मिश्रित हो जाता है तथा उनमें बल एवं मधा-रण-रोध उपयोगी गुणों की वृद्धि करता है, अतएव उसकी व्यावहारिकता बहुत व्यापक रूप में बढ़ गयी है। इसकी प्रमुख उपयोगिता ऐसे इस्पात बनाने में है जिन्हें उच्च ताप उपचारों में इस्तेमाल किया जाता है, जैसे उच्च-गति अन्तर-दहन इंजनों के भाग इत्यादि। इसके अलावा विद्युत् की धन्त्र, रासायनिक संयंत्र, खाद्य-निर्माण की साज-सज्जा, मुद्रा निर्माण, वेतार वाले वास्त्व बनाने तथा निकेल पट्टण (निकेल प्लेटिंग) में भी निकेल का बड़ा महत्त्व है।

मसाल के अधिकांश निकेल की उपलब्धि कनाडा के अयस्कों से होती है, ओण्टारियो के सडबरी जिले में इसकी बड़ी बड़ी खानें हैं। निकेल उत्पादन की तीन मुख्य क्रियाएँ हैं—(१) अयस्क का खनन, (२) उसका सांद्रण एवं प्रद्रावण और (३) सांद्रित से शुद्ध धातु का निष्कारण तथा परिष्करण। कनाडा के अयस्कों में सल्फाइड

के रूप में निकेल के साथ ताम्र और लौह भी होते हैं, निकेल की मात्रा लगभग ३% तथा ताम्र की १.५% होती है। सर्वप्रथम अयस्क को घम भट्ठी में प्रद्रावित किया जाता है जिससे ताम्र-निकेल मैंगे बन जाय। परिवर्तकों में इस मैंगे का बेसमरीकरण करके इसमें से लोहा निकाल दिया जाता है और इस प्रकार घेष मैंगे में लगभग ८०% निकेल और ताम्र बच रहता है। इन धातुओं के द्रावित सल्फाइड एवं स्वयं द्रावित धातुएँ भी एक दूसरे के साथ सभी अनुपातों में विलेय होती हैं और इनका प्रद्रावण और परिवर्तन ताम्र धातुवर्गिकों के ही समान होने हैं।

५० वर्ष पूर्व डा० लडविग मॉण्ड की प्रयोगशाला में एक विचित्र घटना घटी, जिसके फलस्वरूप अयस्क से निकेल प्राप्ति की कार्बोनिल विधा का मयोगदश आविष्कार हुआ था। इसी प्रकार डियरले द्वारा स्टेनलेस स्टील का भी आविष्कार हुआ। घटना इस प्रकार थी, भासबन से अमोनियम क्लोराइड के बिच्छेदन की मॉण्ड विधा में प्रयुक्त होने वाले निकेल के वाल्व एक बार चुअने हो गये, डा० कार्ल लैज़र ने आँच की लौ देखा कि उनमें एक बाली पपंटी जम गयी है, जिसमें थोड़ी कार्बन की मात्रा विद्यमान थी। यह कार्बन सयत्र से प्राप्त अमोनिया को साफ करने के लिए प्रयुक्त डाय आक्साइड में विद्यमान कार्बन मानोआक्साइड से निकला था। इस घटना के अनुशीलन से यह ज्ञात हुआ कि निकेल और कार्बन मानोआक्साइड की प्रतिक्रिया में एक गैसीय यौगिक,  $Ni(CO)_4$  उत्पन्न होता है, और यह प्रतिक्रिया साधारण ताप पर ही घटित होती है। इस यौगिक को निकेल कार्बोनिल कहते हैं, जो लगभग १८०° से० ताप पर नष्ट किये जाने पर पुन विच्छेदित होकर अपने सघटक-निकेल एवं कार्बन मानोआक्साइड का रूप धारण कर लेता है। इन प्रतिक्रियाओं के उपयोग से निकेल के परिष्करण की बात स्वयं डा० मॉण्ड को सूझी और उन्होंने इसका वाणिज्यिक व्यवहार किया। स्वान्सिआ के समीप क्लाइडैंक के कारखाने में निकेल परिष्करण की यह विधा ३० वर्ष से भी अधिक समय में प्रयुक्त हो रही है। बनावडा में परिवर्तन विधा से प्राप्त बेसमर मैंगे को एक दूसरी प्रद्रावण विधा से उपचारित किया जाता है। इस विधा को 'ऑफोर्ड विधा' कहते हैं, इससे अधिकांश ताम्र निकल जाता है और तब उसके बाद उसे क्लाइडैंक के कारखाने में भेजा जाना है। ऑफोर्ड विधा में मैंगे को नाइट्र और कोक के साथ कुपोला भट्ठी में तप्त किया जाता है और प्रात द्रव्य को, जिसमें ताम्र निकेल और सोडियम के सल्फाइड होने हैं, ढलवाँ लोहे के पात्र में डालकर जमने के लिए छोड़ दिया जाता है। ताम्र सल्फाइड और सोडियम सल्फाइड एक दूसरे में घिले रहते हैं तथा यह घिलन निकेल सल्फाइड से हटवा देने के कारण ऊपर हो जाता है और इस प्रकार दो तहें जम जाती हैं, ऊपरी

तह को 'टॉप्स' तथा निचली नह को 'बॉटम्स' कहते हैं। प्रथम 'बॉटम्स' को पुनः प्रद्रावित करके एक बार फिर द्वितीय 'टॉप्स' और 'बॉटम्स' तहों में अलग अलग किया जाता है। इस द्वितीय 'बॉटम्स' में १५—२०% ताँत्र तथा ७०—७२% निकेल होता है। इस उत्पादन को निस्तपित (कैल्माइण्ड) करके उसमें से गंधक का थोड़ा और माग निकालकर तथा उसे पीपों में भरकर परिष्करण के लिए भेज दिया जाता है। परिष्करणी (रिफाइनरी) में पहुँचने पर मँटे को दलकर भूँजा जाता है और उसके बाद मध्यवर्तिक अम्ल से उद्विलीन (लीच) किया जाता है, जिसमें उसमें से ताँत्र का कुछ अंश और निकल जाता है। तदुपरान्त अवशेष को ऐसे स्तम्भों में से नीचे की ओर गिराया जाता है, जिनमें वाटर गैम अर्थात् हाइड्रोजन और कार्बन मानोऑक्साइड गैसों ऊपर की ओर प्रवाहित की जाती हैं। इस क्रिया से निकेल और ताँत्र का अपचयन होता है और वे अपना धात्व्रीय रूप धारण कर लेते हैं। अपचयित पदार्थ को दूसरे स्तम्भों में ले जाया जाता है जहाँ उस पर ८० से० के नीचे प्रोड्यूसर गैस की प्रतिक्रिया होनी है और निकेल कार्बोनिल  $\text{Ni} \cdot \text{CO}_4$  बन जाता है, जो गैसाय होने के कारण उड़ जाता है। इस वाष्प को एक ऐसे स्तम्भ में भेजा जाता है जिसमें लगभग २००° से० तक तप्त निकेल की गोलियाँ भरी होती हैं, इस स्थान पर निकेल कार्बोनिल विच्छेदित (डीकंपोज) हो जाता है और गोली के ऊपर धात्व्रीय निकेल की नह जम जाती है। पुनर्जनित कार्बन मानोऑक्साइड को पहले स्तम्भों में भेज दिया जाता है। निकेल की गोलिकाओं को बार बार निकेल कार्बोनिल गैस में विगोपित करने से उन पर अनेक एक-केन्द्रीय (कॉन्सेंट्रिक) तहें जम जाती हैं और इसी प्रकार निकेल का सहज एकलन अथवा परिष्करण किया जाता है।

मँटे को भूजने और उद्विलीन करने के बाद हाइड्रिनेट विधा से भी विद्युदाशिक निकेल तैयार किया जाता है। अवशेष को गला कर धनाग्र (ऐनोड) डाल लिये जाते हैं, जिनका निकेल मस्कट उपमक में विद्युदाशन किया जाता है। विद्युदग्रों के बीच में एक सरन्ध्र तनुपट (पोरस डायफ्रम) डाल दिया जाता है जिससे ऋणाग्रों पर ताँत्र पट्टण नहीं हो पाता। धनाग्राध्य (अनोलाइट) को टैंक में से निरन्तर निकाल कर निकेल गोलिका के ऊपर छोड़ने से ताँत्र का अवक्षेपण हो जाता है और ताँत्र रहित विलयन को टैंक के ऋणाग्राध्य विभाग में पुनः प्रवेश कराने में उच्च शुद्धता वाला निकेल ऋणाग्र पर पट्टित हो जाता है।

ताँत्र-निकेल और निकेल-ताँत्र दोनों मिश्रधातुओं ने इजीनियरी की प्रगति में विशेष योगदान किया है। समुद्री मयनक नलियों के लिए ७०/३० ताँत्र-निकेल मिश्रधातु

तथा मिलिकेट के रूप में विद्यमान रहता है, इन अवस्थाओं का महत्व भी उपरिलिखित क्रम से है। ताम्र प्राकृतिक दशा में भी मिलता है, जैसे कि मयुक्त राज्य के एक जिले की खानों से वहाँ से प्राप्त ताम्र को 'लेड कॉपर' कहते हैं। अधिकांश ताम्र अवस्था में १-२% ताम्र होता है तथा उसके निष्कारण तथा परिष्करण में क्रमशः निम्नलिखित विधायें प्रयुक्त होती हैं—नाइज़, भूजना (रोस्टिंग), प्रदावण, परिवर्तन (कॉन्वर्टिंग), जलन अथवा विद्युदायिक परिष्करण तथा अन्तिम गलाई और ढलाई।

नाइज़ विधा में प्लवन (फ्लोटेशन) एवं गुस्सावण दोनों रीतियों से निरर्थक विधानु को अलग किया जाता है। नाइज़ को मैङ्गल भट्ठी में भूजा जाता है जिससे गंधक जल जाय। तत्पश्चात् प्रतिशेपी (ग्विबरेटरी) भट्ठी में उपयुक्त द्रावकों के साथ अवस्था का प्रदावण किया जाता है। प्रदावण की यह रीति लौह अवस्था के प्रदावण में भिन्न है क्योंकि इसमें सोधे धातु नैयार होने के बजाय केवल मैंगे बनता है। ताम्र के इस मैंगे में  $Cu_2S$  तथा  $FeS$  का अनिश्चित अनुपातवाला मिश्रण होता है और उसमें कुछ अन्य अशुद्धियाँ मुख्यतः सल्फाइड होती हैं। अवस्था में विद्यमान स्वर्ण एवं रजत मैंगे में विघटित हो जाते हैं और इस प्रकार ये बहुमूल्य धातुएँ भी सांद्रित हो जाती हैं। मैंगे में धातु बनाने के लिए उसे तुरन्त परिवर्तक में डाल देते हैं तथा परिवर्तन-क्रिया उसी प्रकार चलती है जैसी इस्पात बनाने की बेसमर विधा में। द्रावण मैंगे में से हवा फूँकी जाती है, जिससे लौह का ऑक्सीकरण होकर  $FeO$  बन जाता है, लौह मिलिकेट धातुमल का रूप धारण करता है। इसी के साथ चूना और अल्यूमिना भी निकल जाते हैं तथा गंधक  $SO$  गैस बन कर उड़ जाता है। इस क्रिया के लिए किसी इंधन की आवश्यकता नहीं होती क्योंकि ऑक्सीकरण से निकली उष्मा विधा-संचरण के लिये स्वयं काफी होती है। इस्पात की बेसमर विधा की तुलना में यह क्रिया काफी मन्द गति में होती है क्योंकि इसमें ऑक्सीकरण के लिए अपेक्षाकृत बहुत अधिक द्रव्य होता है। १२ टन मैंगे के प्रभरण के ऑक्सीकरण में ८ घण्टे लग जाते हैं। इस्पात परिवर्तक से ये परिवर्तक थोड़े भिन्न होते हैं क्योंकि इनमें टायर (tyres) बगल में लगे रहते हैं, तह में नहीं। इसका विशेष प्रयोजन यह है कि वायु मैंगे में ही फूँकी जाय और धातुवाय ताम्र तह में बँध जाय, जिसमें वायु द्वारा उसका ऑक्सीकरण न होने पावे। इस प्रकार नैयार हुई धातु को "लिग्निट कॉपर" कहते हैं, जिसमें ९६-९९% ताम्र होता है। इसका परिष्करण बहुधा अग्नि और विद्युदायिक साधनों में किया जाता है और कभी कभी केवल अग्नि परिष्करण ही किया जाता है। प्रतिशेपी भट्ठी में परिष्करण करने से द्राव (मैल्ट) का ऑक्सी-

करण होता है, जिससे गंधक, यशद, सीस, आर्सेनिक एवं ऐंटीमनी की अगुइयाँ उड़ जाती हैं तथा अन्य तत्त्व धातुमल (स्लैग) में अलग हो जाते हैं। भट्ठी की धारिता २०० से ४०० टन ताँबे की होती है। द्रावित उष्मक (मोण्टेन वाय) के तल के नीचे से इम्पान के नलों द्वारा वायु प्रवेश कराया जानी है, इस क्रिया को पल्लवन अर्थात् "फ्लैपिंग" कहते हैं। ताँबे अब  $\text{Cu}_2\text{O}$  (लगभग ६%) में संतृप्त हो जाता है, इसके अपचयन के लिए इसका बंधविचालन (पोरिंग) यानी लकड़ी के ताजे हरे छण्डों से विचालन करना पड़ता है। यह बड़ी महत्वपूर्ण क्रिया है। बंधविचालन से ऑक्सीजन और हाइड्रोजन की मात्राओं को ऐसा ठीक रखा जाता है कि धातु जमने के समय उसमें केवल इतनी ही गैस पाण्डित रहे जिससे उमके तल पर गड़े अथवा निचाव न बनने पावे। इस धातु को ढलाई यंत्रों में ढाल कर घनाग्र बनाये जाते हैं, जिनमें लगभग ९९.३ प्रतिशत ताँबे होता है और तब परिष्करण विद्युदात्मिक रीति से पूरा किया जाता है। टकी में शुद्ध ताँबे स्टारों के बने ऋणाग्र लटका दिये जाते हैं और इनके बीच-बीच में घनाग्र। इसी प्रकार प्रत्येक टकी में बहुसंख्यक विद्युदग्र लगाये जाते हैं और विद्युदस्थ के स्थान पर अम्लीयित ताँबे सल्फेट। जब विद्युत् धारा प्रवाहित की जाती है तब घनाग्र विलीन होते जाते हैं तथा ऋणाग्रों पर ताँबे जमता जाता है। स्वर्ण, रजत, प्लैटिनम, सेलेनियम तथा टेल्यूरियम विलीन नहीं होते बरन् पक् (स्लाइम) के रूप में नीचे बैठ जाते हैं। इस रीति में प्रा त स्वर्ण एवं रजत का ही इतना मूल्य होता है कि परिष्करण का सारा खर्च निकल आता है। ऋणाग्र पट्टों में इतना हाइड्रोजन रहता है कि धातु बड़ी भूपुर (ब्रिडल) हो जाती है; इसलिए उन्हें पुन. गला कर तथा ऑक्सीकृत करके उनमें ऑक्सीजन की मात्रा ठीक करने के लिए उन्हें बंधविचालित किया जाता है। बंधविचालन बड़ी सावधानी से करना चाहिए। ढलाई के पूर्व प्रत्येक भट्ठी से प्राप्त बनगी दंडों (मैम्बुल बार) के खण्ड (सेक्शन) काट कर उनकी स्मूलदर्शी (मैक्रोस्कोपिक) तथा मूलदर्शी (माइक्रोस्कोपिक) परीक्षा की जाती है। द्रावित धातु का बंधविचालन करते समय विधा के नियंत्रण के लिए यह अभी हाल की उन्नत रीति है। विऑक्सीकारक (डिऑक्सीजेंट) ढालकर ऑक्सीजन रहित ताँबे तैयार किया जाता है। हाल में कॅन्थियम, लीथियम तथा बेरीलियम विऑक्सीकरण का विकास किया गया है। इनमें धातु की विद्युत् चालकता पर भी कोई प्रभाव नहीं पड़ता। आजकल ऑक्सीजन-रहित उच्च-चालकता ताँबे अर्थात् "ऑक्सीजन-फ्री हाई - काण्डक्टिविटी कापर" (OFHC) के नाम से वाणिज्यिक ताँबे मिलता है। यह विशेष विधा से उत्पन्न एवं बड़ी सावधानी से विऑक्सीकृत किया जाता है तथा इसमें ९९.९८% ताँबे होता है। इसकी

सुघट्यता बड़ी उन्नत होती है, इसलिए शीत-कर्मण एवं रूपण (डाइग ऐण्ड फॉर्मिंग) के लिए विशेष उपयुक्त होता है।

ताम्र उत्पादन में संयुक्त राज्य अमेरिका सबसे आगे है। उत्पादित ताम्र का ३० प्रतिशत या तो शुद्ध दशा में प्रयुक्त होता है अथवा उसमें किसी तत्त्व को बहुत थोड़ी मात्रा मिली होती है, जिससे उसका विआँक्योकरण होता है, उसकी सामर्थ्य तथा आँक्योकरण-रोध बढ़ता है और साथ ही साथ कुछ प्रकार के सभारण के प्रति उसकी रोधिता बनी रहती है। आर्मेनिकयुक्त ताम्र के स्तार छत बनाने, बरसाती जल की नालियाँ तथा नाइक और यवामवन, आमवन, खाद्य पदार्थ, कागज तथा रगलेप उद्योगों के यंत्र बनाने के काम में आते हैं।

लोहा-कार्बन मिश्रधातु के बाद मश्वन ताम्र और यशद सर्वाधिक महत्व की वाणिज्यिक धातुएँ हैं। सुवर्णरोषण (गिल्डिंग) धातु (५-१० ' यशद) मुख्यतः आभूषण बनाने में प्रयुक्त होती है। चारतूस पीतल (३० ' यशद), साधारण पीतल (ताम्र यशद २ १) तथा ६२% ताम्र वाला सामान्य शीत वेल्लित पीतल बहुतायत में प्रयुक्त होते हैं। ६०-६२% ताम्र वाली मुष्टज धातु ताप-वेल्लित तथा अधिक सामर्थ्यवाली होती है किन्तु अन्य प्रकार के पीतलों से कम तग्य होती है। पित्तलन टाँका (ब्रेडिंग मोल्डर), जिसमें ५०% ताम्र होता है, पीतल की चीड़ों के पित्तलन के लिए प्रयुक्त होता है। श्वेत पीतल का प्रयोग छोटी छोटी प्रतिमाओं की उलाई एवं आलकारिक कामों के लिए होता है, इसमें ४५ प्रतिशत से कम ताम्र होता है। मैंगनीज काँसा एक प्रकार का मैंगनीज पीतल है, जिसमें मैंगनीज तथा अन्य तत्वों के विभिन्न अनुपात होते हैं। मिलाये गये तत्व के कारण इसकी कठोरता तथा सामर्थ्य बड़ी ऊँची होती है।

अलूमिनियम पीतल, ताम्र-वग कमि तथा गनमेटल भी बड़े व्यापक रूप से प्रयुक्त होते हैं। पीतल की यंत्रण-योग्यता बढ़ाने के लिए उसमें सीस मिलाया जाता है। सीस-काँसे बरियार बनाने के काम आते हैं। वैमानिक एवं डीज़ल इंजनों के भागों पर जो कठिन भार पड़ता है उसे सहन करने के लिए सीस काँसा सर्वोत्तम माना जाता है।

सीस—सीस का केवल एक ही महत्वपूर्ण अयस्क है। इसमें सीस सल्फाइड अथवा गैलीना,  $PbS$ , होता है और ४-११ प्रतिशत सीस। धातुकर्मिक उपचार के पहले सांद्रण द्वारा इसकी धातु मात्रा ५०-८० प्रतिशत तक बढ़ा दी जाती है। इस अयस्क को समस्त उपलब्धि का चौथाई भाग केवल संयुक्त राज्य से प्राप्त होता है, जो कदाचित् इतने बड़े अयस की पूर्ति करनेवाला अकेला एक देश है। गैलीना



काफ़ी भारी होता है तथा कूट दिये जाने पर शिला भाग से बड़ी सरलता से अलग हो जाता है, अतः बाद्रे गुरुत्वाकर्षण रोनियाँ से इसका मादण बड़ा महत्व है। माद्रियों का उपचार भट्टी विधा से किया जाता है। पुरानों फिलिष्टनापर विधा में प्रद्रावण की गिया एक प्रतिक्षेपी नट्यों में की जाती है, किन्तु आजकल अधिकतर घम भट्टी वाली प्रद्रावण विधा प्रयुक्त होती है, कुछ तो इसलिये कि रजन युक्त अपस्को के उप-चारार्थ यह सर्वोपयुक्त है और कुछ इसलिए कि लघु सीस तथा उच्च विद्युद्वियों वाले अपस्को का उपचार भी इस रीति से किया जा सकता है। अपस्को को भूँच करके उनमें से गंधक निकाला जाता है। आजकल घम भूँजाट (छास्ट रॉस्टिंग) के लिए सर्वथा इवाइट-मॉयड मशीनें प्रयुक्त होती हैं।

सीस का घम प्रद्रावण ब्रून में मानों में लौह और ताम्र प्रद्रावण के बीच का माना जा सकता है। सामान्यतः मानार्थ में सीस ऑक्साइड लौह और ताम्र ऑक्साइडों के बीच का है, इसलिए आवश्यक अपघायक गिया ताम्र में अधिक किन्तु लोहे में कम सीस होनी चाहिए। जबकि लौह प्रद्रावण में लोहा धातु के रूप में प्राप्त होता है और ताम्र प्रद्रावण में ताम्र केवल मैटे के रूप में, सीस प्रद्रावण में सामान्यतः धातु एवं मैटे दोनों प्राप्त होते हैं। उन्नत मैटे का परिमाण अपस्क में गंधक की मात्रा पर निर्भर होता है और कभी कभी तो कुछ भी मैटे नहीं बनता। प्रद्रावण का मुख्य उत्पादन अपरिप्लुत सीस अथवा सीस कलघौन (लेट बुलियन) होता है। सीस कलघौन में स्वर्ण और रजन भी होते हैं। रजन (०.१५-१.०%), ताम्र, ऐण्टोमनी, आर्मेनिक, बंग, विसमय, गंधक तथा यगद इसकी मुख्य अशुद्धियाँ होती हैं।

विद्युदायिक परिष्करण तथा वि-रजनन (डिमिन्चरिंग) में महत्तम शुद्धता (९९.९९%) वाला सीस प्राप्त होता है, किन्तु यह लागतप्रद तनी होता है जब सन्नां जल-विद्युत शक्ति प्रचुरता से प्राप्त हो। इस विधा को "बेट्स विधा" कहते हैं और यह विद्युदायिक ताम्र परिष्करण के एकदम समान है। इसका विद्युदाय (एलेक्ट्रो-लाइट) कुछ अनाधारण सा होता है; यह सीस फ्लुओसिलिकेट ( $PbSiF_6$ ) का जलीय विलयन होता है जिनमें ६ प्रतिशत सीस तथा ५-१० प्रतिशत स्वयं हाइड्रो फ्लुओसिलिकेट अम्ल के अलावा प्रति टन ०.५ पीपड मरेन मिलाया रहता है; इसमें निशेन (डिनाइट) के कण चिकने एवं सूक्ष्म हो जाते हैं। स्वर्ण, रजन तथा विनमय घनाम्र पर अविलेय रहकर एक पक का रूप धारण कर लेते हैं। इसे एक्व कर्क से दो धातुओं को निकालने का उपचार किया जाता है।

नाँव का विरजनन बहुधा 'पाकम विधा' में किया जाता है, किन्तु नाँव कलघौन में से कुछ अशुद्धियों को निकालकर पहले उसका मृदुकरण कर लिया जाता है। मृदु-

करण के लिए ५०-२५० टन धारितावाली प्रतिक्षेपी भट्ठी में उसे गलाया जाता है और तब उसका ऑक्सीकरण किया जाता है। ताम्र का ऑक्सीकरण उसे भट्ठी में डालने के पहले एक विरजतन केतली में किया जाता है। इसके लिए द्रावित कलघौत को कुछ समय के लिए उसके गलनाक से ऊपर ताप पर रखा जाता है जिससे ताम्र-मय फेन के रूप में उतरा जाता है। इस क्रिया को ताम्र प्रमाणन अर्थात् 'कॉपर ड्रैमिंग' कहते हैं। ताम्र निकालने के लिए थोड़ी सी गंधक भी डाल दी जाती है, जिससे वह ताम्र सल्फाइड के रूप में ऊपर आ जाता है। मृदुकरण के लिए 'हैरिस विधा' भी काम में लायी जाती है, इसमें द्रावित कलघौत का द्रावित दहसोडा और तनिक नाइट्र के साथ उपचार किया जाता है। इस उपचार से आर्मेनिक, ऐंष्टीमनो तथा बग का ऑक्सीकरण हो जाता है, ये तत्त्व सोडा में विलीन हो जाते हैं और फिर वाद में उसमें निकाल लिये जाते हैं। 'हैरिस विधा' का सबसे बड़ा लाभ यह है कि इसमें समय बहुत कम लगता है अर्थात् २४ घण्टों की जगह केवल ३ घण्टे में ही काम हो जाता है, किन्तु इस विधा में कुछ विशेष कठिनाइयाँ उत्पन्न होती हैं।

पार्कम की विरजतन विधा रजत, यशद और सीस की एक त्र्यंगी (टर्नरी) मिश्रधातु बनने पर आधारित है। कलघौत को ६० से १२० टन तक धारितावाली केतली में लगभग १२५° से० यानी उसके गलनाक के ऊपर रखा जाता है और उष्मक में यशद छोड़ा जाता है। यशद के रजत और स्वर्ण तथा कुछ सीस के साथ मिलने से एक मिश्रधातु बनती है जो भलफेन की तरह ऊपर आ जाती है, इसे यशद पर्पटी (जिंक क्रस्ट) कहते हैं और यह जैसे जैसे बनती जाती है वैसे वैसे अर्थात् उसी गति से हटायी भी जाती रहनी है। लगभग १८ घण्टे में उष्मक रजत-विहीन हो जाता है। अवशेष सीस को, जिसमें लगभग ०.६% यशद विलीन रहता है, एक प्रतिक्षेपी वियशदन भट्ठी में डाल दिया जाता है जहाँ ऑक्सीकरण एवं मथन से यशद को भी अलग कर दिया जाता है। अभी हाल की एक रीति में यशद को क्लोरीन की सहायता से पृथक् किया जाता है, और यशद क्लोराइड एक उपजात के रूप में प्राप्त होता है। यह रीति आजकल बहुत प्रचलित है। परिष्कृत सीस को ढाल कर दंड अथवा पिन् बनाया जाता है और इसी रूप में बिकने के लिए भेजा जाता है।

रजत युक्त यशद पर्पटी को यशद के गलनाक के ऊपर एक रिटॉट में तप्त किया जाता है, जिससे यशद का आसवन होता है और एक समृद्ध रजत-सीस मिश्रधातु शेष बच रहती है। इस मिश्रधातु का उपचार खर्परण (क्युपेलेशन) विधा से किया जाता है, यह खर्परण परीक्षण विधाओं में प्रयुक्त होनेवाले खर्परण के ही समान होता

की मुंजाई डबाइट-ऑयल मशीनों में काफी देर तक की जाती है। १९२१ में स्फुर-मुंजाई (फ्लेम रोस्टिंग) बड़ी महत्वपूर्ण हो गयी है। इस विधा में अयस्क के बगल ऊँचे बेसम के ऊपर से नीचे की ओर गिराये जाते हैं और गिरते समय वे या तो जल उठते हैं अथवा ऑक्सीकृत हो जाते हैं। इसके लिए अवशुद्ध मिट्टियों का भी प्रयोग होता है। अयस्क की मुंजाई में निक्की मलकर डाटाब्रॉक्साइड गैस को मल्लयूरिक अम्ल बनाने के लिए प्रयुक्त किया जाता है। मुंजाई यथानुभव पूर्ण होनी चाहिए, नहीं तो यथक की घेप मात्रा के कारण यथद भी  $ZnS$  के रूप में रह जायगा और धातु की हानि होगी।

दलित अयस्क को चारीक कोयले के साथ मिलाकर अग्नि मिट्टी रिटार्टों में तप्त किया जाता है और ताप को धीरे धीरे बढ़ाकर  $1,250^{\circ}$  से  $0$  तक कर दिया जाता है, विधा के अन्त में तो ताप  $1,450^{\circ}$  तक पहुँच जाता है। यथद के स्वयनाक के ऊपर उसका अपचयन होता है और धातु एक वाष्प के रूप में कार्बन मॉनोब्रॉक्साइड के साथ रिटार्टों में से निकलती यानी आमुन होती है। ये गैसें सीधे रिटार्ट में लगे अग्नि मिट्टी मघनक में चली जाती हैं, जहाँ यथद द्रावित धातु के रूप में मघनित हो जाता है और समय समय पर उसमें से निकाल लिया जाता है। कार्बन मॉनोब्रॉक्साइड निकाल कर हवा में जल जाता है। मघनक में एक दीर्घक (प्रोलॉग) भी लगा रहना है जिसमें अनपघनित यथद धूम एकत्र होता है, इसे 'ब्लू पाउडर' कहते हैं। इसको फिर रिटार्टों में भेज दिया जाता है। यथद रिटार्टों लगभग  $4$  फुट लम्बे होते हैं तथा उनका भीनरी व्यास  $6-10$  इंच होता है और ये विशेष मिट्टी के बने होते हैं, कभी कभी इस मिट्टी में मिलिकॉन कार्बाइड मिला दिया जाता है जिससे उसका सामर्थ्य बढ़ जाता है और वह अधिक टिकाऊ हो जाता है। प्रत्येक रिटार्टों में से प्रतिदिन  $45-55$  पौण्ड यथद प्राप्त होता है। यथद का परिष्करण द्राववेचन (लिक्वेसन) रीति से किया जाता है, इसमें द्रावित धातु में सीस और लौह पृथक होकर द्राव (मेन्ट) की तह में बैठ जाते हैं।

छोटे छोटे रिटार्टों से थोड़ा थोड़ा यथद प्राप्त करने में काफी अनुविधा होती थी तथा धातु की विशाल मात्रा उत्पन्न करना अधिक समय न था, इसलिए अब ऊर्ध्वाधर रिटार्टों में अविराम आमवन रीति का विकास किया गया है, जिनमें  $4$  टन यथद प्रतिदिन प्राप्त किया जा सकता है। समय समय पर रिटार्टों के ऊपरी भाग में अयस्क और कोयले का मिश्रण डाला जाता है तथा अवशिष्ट पेट्रे में से निगन्न एक जल-मृदा (वाटर मोल) में निकलता रहता है। एक इंचे हुए मनाल (कॉन्ट्रोलर) के द्वारा खनिज मघनक में जुटा रहता है। इसमें मघनक में पहुँचने के पहले गैसें काफी

ठंडी हो जाती हैं। संधनक में पहुँच कर वाष्प के धीरे धीरे ठंडा होने से प्रायः पूर्ण संधनन होता है और "ब्लू पाउडर" नहीं बनने पाता। आजकल उच्च शुद्धता वाले यशद की भारी माँग हो गयी है अतः अब इसके उच्च परिष्करण के लिए पुनरासवन किया जाता है।

जल धातुकर्मिक विधा में अयस्क के उद्विलयन के बाद उसके विलयन से शुद्ध यशद का विद्युदाशिक रोपण किया जाता है। यह विधा (प्रोसेस) इतनी प्रचलित हो गयी है कि मसार के समस्त उत्पादन का ३५% यशद केवल इसी एक विधा से उत्पन्न किया जाता है। तनु सतपूरिक अम्ल से उद्विलयन (लीचिंग) करने के बाद तथा विद्युदाशन के पहले यशद सल्फेट का सावधानी से शोधन करना पड़ता है। अशुद्धियों को निकालने के लिए या तो चूना छोड़ा जाना है अथवा अन्य किसी तरह विलयन का उदासीनीकरण किया जाता है, फिर अवशेष को छान कर अलग कर दिया जाता है तथा छानित विलयन का यशद-धूलि द्वारा उपचार किया जाता है। धात्विय यशद तो विलीन होने लगता है और विद्युतविभव धेणी (एलेक्ट्रो पोटेन्शियल मिरीज) में उससे नीचे वाली धातुओं का अवक्षेपण हो जाता है। इस अवशेष को छानकर अलग कर देने के बाद स्वतंत्र अम्ल सहित यशद सल्फेट का शुद्ध विलयन रोप वच जाता है। इसी विलयन को सीस विद्युदधो वाले विद्युदाशिक सेलों में डाल कर ९९.९०-९९.९९% शुद्धतावाले यशद का रोपण किया जाता है।

गल जाने पर यशद बड़ा तरल होना है तथा जमने पर बहुत कम आकुंचित होता है। इसलिए ऐसी साँचाढलाई के लिए यह अति उत्तम धातु है, जिसमें अत्यधिक धारीकियाँ होती हैं। जल-प्रदाय के म्युम रहित (सीमलेस) नलों को बनाने के लिए भी यह धातु इस्तेमाल की जाती है। यह सीसे की नलियों से मृत्ती और हल्की होती है। यशद का सर्वाधिक प्रयोग धातुओं के गैल्वनीकरण में होता है अर्थात् लोहे और इस्पात के ऊपर यशद का आवरण चढ़ा देने से वह सधारण से बच जाता है। इसके लिए तप्त निमज्जन (हॉट डिपिंग), विद्युन्-रोपण (एलेक्ट्रो-डिपॉजिशन) अर्थात् यशद शीकरण (स्प्रेडिंग) रीतियाँ प्रयुक्त होती हैं। सधारण-रोधी होने के कारण यशद स्तार छत बनाने तथा प्रनालों की नालियाँ बनाने के लिए प्रयुक्त होने हैं। स्वर्ण और रजत निकालने की मुख्य रीति में सायनाइड विलयन में से उन्हें अवक्षेपित करने के लिए भी यशद का प्रयोग किया जाता है।

वंग—वंग (टिन) का उत्पादन मानव इतिहास में अति प्राचीन काल से होता आया है। प्रस्तर युग के अन्त के बाद ही आज से प्रायः ६००० वर्ष पहले इस धातु का प्रयोग प्रारम्भ हो गया था। लगभग ४००० वर्ष पूर्व में कॉर्नवाल की पानी

से यह धातु मिलने लगी थी। फोनीसियनो द्वारा कॉर्नवाल में वग प्राप्त करने का उल्लेख १५०० ई० पू० में ही मिलता है। वे इससे काँसा बनाते थे जो भूमध्य सागर के किनारे वाले देशों में, जहाँ के लोग समुद्री व्यापार के बगुआ थे, बहुतायत में इम्ने-माल किया जाता था। आजकल तो कॉर्नवाल तथा अन्य यूरोपीय केन्द्रों में इसका उत्पादन ममार के अन्य भागों की अपेक्षा बड़ा कम है। संसार का वार्षिक वगोत्पादन लगभग १७५,००० टन है। वग का खनन एवं प्रद्रावण मलय देश का सबसे महत्वपूर्ण उद्योग है। वहाँ मसार के समस्त उत्पादन का प्रायः एक-तिहाई भाग उत्पन्न किया जाता है।

प्रारम्भिक काल में अब तक वग की धातु-कर्म-विधा में बड़े 'क्रान्तिकारी परिवर्तन' नहीं हुआ है। कैसीटराइट ( $\text{SnO}_2$ ) वग का वार्षिक्यिक महत्ववाला एक मात्र खनिज पदार्थ है। यह बड़ा भारी होता है अर्थात् इसका अपेक्षिक गुरुत्व ७.० होता है। खान में निकले अयस्क में लगभग १५% वग होता है। सदरो (वेन्म) में होने वाले अयस्क को 'भार वग' (लोड टिन) कहते हैं और जलोढ निसेपी (ऐलू-वियल डिपॉजिट्स) से निकले कैसीटराइट को 'नदी वग' (स्ट्रीम टिन) कहते हैं। यह प्रायः गोल गोल पिण्डों में पाया जाता है। नदी वग अयस्क को कूटने की आवश्यकता नहीं होती, इसे तो केवल जलधारा में धोकर ही इसका उपचार किया जाता है। भारी कैसीटराइट इन जलधाराओं में ही रह जाते हैं। 'भार वग' अयस्क को कूटकर गुम्वाकर्षण रीति में सांद्रित किया जाता है। एक चुम्बकीय पृथक्कारी की सहायता से लोहा और टंग्स्टन के चुम्बकीय आक्साइडों को कैसीटराइट से अलग किया जा सकता है, क्योंकि कैसीटराइट अचुम्बकीय होता है। वग सांद्रित का प्रद्रावण प्रतिक्षेपी भट्टियों में किया जाता है और कभी कभी घम भट्टियों में भी। अयस्क का अपचयन कोयला द्वारा चूना और प्लुओस्फार जैसे द्रावक डालकर कराया जाता है। वग का अपचयन सरलता से हो जाता है और धातु तथा धातुमल को अलग अलग चुआ लिया जाता है अथवा कभी कभी एक ही साथ लेकर फिर पृथक्किया जाता है। धातु-मल में वग की पर्याप्त मात्रा रह जाती है अतः उसे पृथक् भट्टियों में पुनः प्रद्रावित किया जाता है। अपरिष्कृत वग का परिष्करण द्राववेचन (लिव्नेशन) रीति से किया जाता है, इसके लिए दड़ों को ढालुएँ चूहे पर रख कर धीरे धीरे गलाया जाता है। इन परिष्कृत वग का और शोधन द्रावित उष्मक की अशुद्धियों का आक्सीकरण करके किया जाता है। विद्युदाशिक परिष्करण प्रायः बहुत महंगा पड़ता है, यद्यपि इस विधा में प्राप्त क्षेप्य में से भी वग निकाल लिया जाता है।

बाजारों में वग मिल अथवा छोटे छोटे टुकड़ों के रूप में विक्रय होता है। इसके कय-

विश्व का मुख्य केन्द्र लन्दन में है तथा "लन्दन मेटल एक्सचेंज" मानक वंग के दाम प्रकाशित किया करता है। 'मानक' वंग में कम से कम ९९.७५% वंग होना चाहिए। यद्यपि महत्वपूर्ण औद्योगिक मिश्रधातुओं के आवश्यक संघटक के रूप में वंग का काफी व्यापक प्रयोग होता है, फिर भी इस धातु की ५० प्रतिशत से अधिक खपत मुद्र दशा अथवा कुछ तत्त्वों की लेस मात्रा की मिलावट के साथ होती है। इसकी कुछ औद्योगिक मिश्रधातुएं ये हैं—सांचा ढलाई मिश्रधातु, टांका, तथा श्वेत बेयरिंग मिश्रधातु जिसे "बैबिट धातु" भी कहते हैं, इत्यादि। मृदु इस्पात के आचरणार्थ वंग का मुख्य प्रयोग होता है। मृदु इस्पात अपने भौतिक गुणों के कारण अनेक प्रकार की वस्तुओं के बनाने के लिए बड़ा उत्तम पदार्थ है, और जब सप्त निमज्जन अथवा विद्युत्-रोपण विधा से इसके ऊपर वंग का एक पतला स्तर चढ़ा दिया जाता है तो विविध औद्योगिक एवं घरेलू कामों के लिए यह और भी उपयुक्त पदार्थ हो जाता है। आजकल टिन कनस्टरो को कौन नहीं जानता और इनका कितना प्रचलन है, इसे बताने की भी आवश्यकता नहीं, टिन के डब्बे खाद्य पदार्थ भरने के लिए बहुत काम आते हैं। इसका विशेष कारण यह है कि इन पदार्थों में होनेवाले अम्लों का बग पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता। खाद्य पदार्थों एवं तम्बाकू इत्यादि के लपेटने के लिए भी बग पर्ण (टिन फॉयल) का खूब प्रयोग होता है, यद्यपि हाल में इसके स्थान पर अलूमिनियम पर्ण काफी इस्तेमाल होने लगे हैं।

**सघुन मिश्रधातु**—लघक मिश्रधातुओं के लिए अलूमिनियम और मैग्नीसियम बड़ी उपयुक्त धातुएं हैं, क्योंकि इनका आपेक्षिक गुरुत्व कम होता है और मूल्य भी बहुत अधिक नहीं होता। इसके अलावा इनके यांत्रिक गुण भी बड़े उत्तम होते हैं। वायुयान उद्योग में ऐसी मिश्रधातु की प्रबल माँग के कारण इनका बड़ा आशु विकास हुआ है। बेरीलियम बिशिष्ट गुणोवाली एक अन्य धातु है जिसका आपेक्षिक गुरुत्व लगभग मैग्नीसियम के समान होने के साथ साथ प्रत्यास्थता गुणांक (मॉड्युलस ऑफ इलैस्टिसिटी) बहुत ऊँचा होता है। परन्तु इसका धातुकर्मिक उपचार बहुत महंगा है, जिसके कारण इसका व्यापक प्रयोग अब तक संभव नहीं हो सका है।

वाक्माइट अगुद्ध जलीयित अलूमीना का खनिज पदार्थ है और इसी से अलू-मिनियम प्राप्त होता है। वाक्माइट सबसे अधिक फ्रान्स में उत्पन्न होता है, किन्तु अब समस्त वाक्माइट का लगभग छठवां भाग संयुक्त राज्य अमेरिका से प्राप्त होने लगा है। अलूमिनियम के उत्पादन में सबसे पहले बायर विधा से अपरिष्कृत वाक्माइट का शोधन करना पड़ता है। एतदर्थ खनिज को गुला तथा पीस कर प्रबल दह-मोड़ के साथ १६०° से० तथा ४ या ५ वायुमण्डल दाब पर उसका बर्ई घण्टे तक

पाचन किया जाता है, इसमें सोडियम अलुमिनेट का विलयन तैयार हो जाता है तथा लोहा और टिटैनियम इत्यादि के ऑक्साइड एक लाल पक के रूप में अविलेय रह जाते हैं। विलयन को छान लेने के बाद उसके विघ्नोपघ्न से हाइड्राक्साइड का अवक्षेपण होने लगता है। इस अवक्षेप को घूर्णन भट्ठों में निस्तापित (कंत्साइण्ड) किया जाता है, जिससे शुद्ध  $Al_2O_3$  प्राप्त होता है। इस ऑक्साइड से धातु तैयार करने के लिए क्रियोलाइट ( $Na_3AlF_6$ ) के द्रावित उष्मक का, जिसमें अलुमिना विलीन होता है, विद्युदाशन किया जाता है। इस काम के लिए विद्युदाशिक सेल लोहे के बने होते हैं, जिनके पेंदे में कार्बन का एक प्रस्तर होता है, यही स्तर विघ्न प्रारम्भ करने के लिए ऋणाय का काम करता है, किन्तु ज्यों ही थोड़ा अलुमिनियम उत्पन्न हो जाता है वह स्वयं ही ऋणाय का काम करने लगता है। धनाग्र के लिए कार्बन की छड़ें प्रयुक्त होती हैं जो ऊपर से विद्युदस्थ में डूबी हुई धातु के तल तक पहुँच जाती हैं। इस विधा का क्रियाकरण प्रायः  $1,000^\circ$  से० ताप पर होता है और अलुमिनियम टकी के पेंदे में एक कुण्ड में एकत्र होता रहता है तथा समय समय पर एक टोटी से निकाल लिया जाता है।

मैग्नीसियम की उत्पादन विधा भी अलुमिनियम की विद्युदाशिक विधा के ही समान होती है। मैग्नेसाइट खनिज कच्चा माल तथा मैग्नीसियम क्लोराइड इस विधा का उपजात होती है। जर्मनी में कार्नालाइट खनिज ( $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ ) प्रयुक्त होता है तथा उसमें निकला हुआ मैग्नीसियम क्लोराइड वहाँ के विशाल पोटाश उद्योग में काम आता है। निम्नारण के लिए दो प्रकार की विधायें इस्तेमाल की जाती हैं, एक में क्लोराइड और दूसरी में ऑक्साइड का उपचार किया जाता है। ऑक्साइड विधा तो बिजकुल अलुमिनियम निस्तारण विधा के समान होती है। इन दोनों विधाओं में द्रावित उष्मक में विद्युदाशन किया जाता है। मैग्नीसियम धातु विद्युदाश्य से हल्की होती है इसलिए गैल के ऊपर उतरा जाती है, किन्तु इसे वायु तथा धनाग्र पर उत्पन्न किसी गैस से बचाना बहुत आवश्यक है। मैग्नीसियम क्लोराइड के आर्द्रताप्राही (हाइद्रास्कोपिक) होने के कारण इसे आर्द्रता से भी बचाना चाहिए, इसके लिए क्लोराइड विधा में अजल उष्मक अनिवार्य होता है, यह काफी महंगा भी पड़ता है और इसमें कठिनाई भी होती है। मैग्नीसियम क्लोराइड के द्रावित उष्मक में  $NaCl$  या  $KCl$  होता है तथा कार्बन अथवा ग्रेफाइट के धनाग्र एवं लोहे या इस्पात के ऋणाय लगे रहते हैं। विद्युदाशन  $600^\circ$  से० ताप पर होता है। ऋणाय पर मैग्नीसियम उन्मुख होता है तथा धनाग्र पर क्लोरीन गैस। ऑक्साइड विधा का क्रियाकरण प्रायः  $950^\circ$  से० पर होता है, इसमें मिश्रित फ्लुओराइडों का उष्मक ही

है, और उनसे तार खींचे जा सकते हैं। यह धातु दाब से प्रवाही भी हो जाती है। विमान, मोटरकार तथा घरेलू वर्तन बनाने में इसका अत्यधिक प्रयोग होता है। इसकी कुछ मिश्रधातुओं में हल्केपन के साथ साथ मजबूती का ऐसा गुण होता है जैसा शुद्ध धातु में संभव नहीं होता। उन्नोदन (एम्प्ट्रुन), ताप कुट्टन (फोब्रिग) एवं अन्य प्रकार की मविचरणा (फ्रिक्चर) के लिए इसकी मैग्नीसियम मिश्रधातु के प्रयोग में काफी प्रगति की गयी है। मैग्नीसियम का केल्हासन पदभुजोय पद्धति से होता है अतः इसमें मान्द्र विलयन बनाने की क्षमता अलुमिनियम की अपेक्षा कम होती है। युद्ध-काल में दाह्री रंग (इन्फेण्डियरी रंग) का पिंड (बॉम्ब) बनाने में मैग्नीसियम मिश्रधातु का बहुत व्यापक प्रयोग हुआ था। इस धातु की उच्च-शीलता (इन्फ्लेमेबिलिटी) के बावजूद भी इसकी मिश्रधातुओं की डलाई बिना किसी कठिनाई के की जा सकती है, इसके लिए एक उपयुक्त द्रावक तथा मल्फर डाइ आक्साइड के वायुमण्डल की आवश्यकता होती है। विमानों के मोदक (प्रोपेलर्स) तथा वायु पेंच (एयर स्कू) बनाने के लिए यद्यपि सामान्यतः अलुमिनियम मिश्रधातुओं का प्रयोग होता है, किन्तु अब मैग्नीसियम मिश्रधातुओं का भी विकास किया गया है। इनके प्रयोग से अपकेन्द्र बल के कारण उत्पन्न प्रतिबल (स्ट्रेस) को कम किया जा सकता है, जिससे विमान क्षीप्रता में ऊपर उठ सकता है और उड़ान में बड़ी सरलता और शीघ्रता होती है। मैग्नीसियम मिश्रधातुओं का यंत्रण भी बड़ी सरलता से किया जा सकता है जब कि कुछ अलुमिनियम मिश्रधातुओं का यंत्रण काफी कठिन होता है और उनकी कटाई के लिए विशेष उपकरणों की आवश्यकता पड़ती है। किन्तु अब ऐसी अलुमिनियम मिश्रधातुएँ भी बनने लगी हैं जिनका यंत्रण सरलता से किया जा सकता है। मविच्य में हल्की मिश्रधातुओं का महान् विकास होगा, यह निश्चित है।

### ग्रन्थ-सूची

- CARPENTER, SIR H., AND ROBERTSON, J. M. *Metals* Oxford University Press
- CLARK, G. L. *Applied X-Rays* McGraw Hill Book Co., Inc.
- CLEMENTS, F. *Blast Furnace Practice*, Vols I-III Ernest Benn, Ltd.
- DESCH, C. H. *Metallurgy*. Longmans, Green & Co.
- COWLAND, W. *Metallurgy of the Non-ferrous Metals* Charles Griffin & Co., Ltd.



GREAVES, R. H., AND WRIGHTON, H. L. : *Practical Microscopical Metallography*. Chapman & Hall, Ltd.

LIDDELL, D. M. : *Handbook of Non-Ferrous Metallurgy*. McGraw Hill Book Co., Inc

METALS HANDBOOK, 1939 Ed American Society for Metals.

ROLLASON, E. C. : *Metallurgy for Engineers* Edward Arnold & Co.

STOUGHTON, B., AND BUTTS, A. : *Engineering Metallurgy*. McGraw Hill Book Co. Inc.

## उष्मसह पदार्थ

वाल्टर जे० रीड, ओ० बी० ई०, डी० एस-सी० टेक० (ग्रेफील्ड), एफ० आर० आई० मी०

आधुनिक प्रौद्योगिकी में 'उष्म सह पदार्थों' से ऐसे पदार्थों का तात्पर्य है जिनमें उच्च द्रवणांक अर्थात् उष्म सहता के अनिरिक्त गलते हुए अथवा गले हुए काँच तथा धातुमलो की सस्यारण क्रिया जैसी अन्य क्रियाओं का भी सामना करने की क्षमता हो।

उष्मसह पदार्थों का उपयोग उन सभी उद्योगों में होता है जिनमें उष्मा का प्रयोग होता है। चूल्हे तथा गैस एव विद्युत विकिरणों के सत्त्व बनाने में उनका घरेलू उपयोग भी बड़ा व्यापक है। यदि यह कहा जाय कि उष्मसह पदार्थों के बिना हमारी आज की सभ्यता ही सम्भव न होती तो कोई अत्युक्ति न होगी, क्योंकि आधुनिक जीवन की अनेक आवश्यक एवं सुविधा की वस्तुएँ तैयार करने में किसी न किसी अवस्था पर इन पदार्थों की आवश्यकता होती है।

उष्मसह पदार्थों को, उनके रासायनिक गुणों के अनुसार तीन वर्गों में विभाजित किया जा सकता है—अम्ल, पंथिक तथा उदासीन। किन्तु ये पदार्थ प्रायः बहुत शुद्ध नहीं होने अतः उनका सुस्पष्ट वर्गीकरण सम्भव नहीं है। सिलिका तथा अग्नि मिट्टी अम्ल वर्ग के सबसे अधिक महत्वपूर्ण उष्मसह हैं। सिलिका की इंटें बनाने के लिए क्वार्ट्जाइट शिला प्रयुक्त होती है, जिसमें ९७% सिलिका होता है परन्तु कुछ विशेष प्रयोजनों के लिए उच्च सिलिका बालू भी इस्तेमाल होती है। केवल रासायनिक विश्लेषण से ही किसी सिलिका शिला की उत्तमता का यथेष्ट ज्ञान नहीं होता, इसके अलावा उसके कणों के परिमाण एवं उसकी दृढ़ता भी बड़ी महत्व-

पूर्ण बातें हैं। अग्निमिट्टी के रासायनिक निबन्ध भिन्न-भिन्न प्रकार के होते हैं, जिनके कारण उनसे औद्योगिक भट्टियों की विविध अवस्थाओं एवं आवश्यकताओं के उपयुक्त विभिन्न प्रकार की अग्निईंटें बनायी जा सकती हैं। प्रायः सभी प्रकार की अग्निमिट्टी में १-४ प्रतिशत लोहा ऑक्साइड होता है, (यह कच्ची मिट्टी में मायिक, मार्कनाइट, लोह पत्थर इत्यादि सदृश खनिजों के रूप में विद्यमान होता है।) इसलिए इनसे बनी अग्निईंटें बहुत मो भट्टियों के त्रियाकरण में उत्पन्न अपचायक अथवा घूममय वायुमण्डल के प्रति बड़ी मुझाही होती हैं। घम भट्टियों के जैसे कार्बन मॉनो-ऑक्साइड युक्त वायुमण्डल में अग्निईंटों का टिकाऊपन अग्निमिट्टी में विद्यमान लोहे के विशिष्ट रूप पर निर्भर होता है, यदि स्वतन्त्र लोहा ऑक्साइड मौजूद हुआ तो इससे कार्बन मॉनोऑक्साइड के पृथक हो जाने से ईंटों के अन्दर कार्बन जमा होने लगेगा, जिससे ईंटें विकण्डित हो जायेंगी। ऐसी परिस्थितियों में टिकाऊ होने के लिए यह आवश्यक है कि अग्निईंटें इस प्रकार जलायी जायें कि उनका लोहा जटिल मिलिकेट के रूप में संयुक्त रहे।

सबसे अधिक महत्वपूर्ण पैठक उष्मसह पदार्थ मैग्नेसाइट तथा डोलोमाइट से तैयार किये जाते हैं। किन्तु ब्रिटिश द्वीप समूह में मैग्नेसाइट की प्राकृतिक खाने न होने से अभी हाल में समुद्री जल से मैग्नेसिया निस्सारण की रीति निकाली गयी है। समुद्री जल के साथ घूने अथवा निस्तप्त डोलोमाइट की प्रतिक्रिया के भौति-रासायनिक अनुशीलन के फलस्वरूप यह आविष्कार हुआ है। स्थायी डोलोमाइट ईंटों के उत्पादन में अभी हाल में बड़ी प्रगति हुई है और अब पैठक इस्पात भट्टियों में मैग्नेसाइट ईंटों की जगह पर बहुत हद तक यही ईंटें प्रयुक्त होने लगी हैं।

उदासीन उष्मसह पदार्थों में कार्बन अर्थात् ब्लम्बंगो अथवा ग्रेफाइट तथा क्रोम बड़े महत्व के हैं। क्रोम तथा क्रोम-मैग्नेसाइट ईंट बनाने के लिए विविध क्रोमाइटों की उपयुक्तता का विशेष अनुशीलन किया गया है और इसके फलस्वरूप इन ईंटों की उत्तमता अब बहुत बढ़ गयी है।

कुछ ऐसे भी उष्मसह पदार्थ हैं जो उपर्युक्त वर्गों में नहीं आते किन्तु अपने विशिष्ट भौतिक एवं रासायनिक गुणों के कारण भट्टियों के बनाने अथवा अन्य कामों में बहुतायत से प्रयुक्त होने लगे हैं। इनमें सिलिमैनाइट, अलूमिना (वाक्साइट सहित), जिरकॉन तथा जिरकोनिया, और सिलिकॉन कार्बाइड उल्लेखनीय हैं।

गत कुछ वर्षों में किये गये सैद्धान्तिक अर्थात् आधारभूत अनुसन्धानों के फल-स्वरूप अनेक ऐसे अधि-उष्मसह (सुपर-रिफ़ैक्टरीज) का विकास हुआ है, जो बहुत ऊँचे द्रवण ताप, उत्पादन की वृहत्तर गति एवं अनि सखारी धातुमलो इत्यादि

से उत्पन्न अत्यन्त कठोर परिस्थितियों में भी सफलतापूर्वक टिकते हैं। इन विशिष्ट उष्मसहो में क्रोम-मैग्नेसाइट, फॉस्टराइट तथा स्पाइनेल इंटें उल्लेखनीय हैं।

उष्मसहो में उत्पादन का प्रति इकाई मूल्य किमी विशिष्ट उष्मसह के प्रारम्भिक दाम की अपेक्षा अधिक महत्त्वपूर्ण होता है, इस अनुभव के कारण उपर्युक्त विशेष उष्मसहो के उत्पादन एवं उपयोग में बड़ी आसु वृद्धि हुई है। विद्युत्-द्रावित अल्यूमिना तथा मैग्नेमिया जैसे पदार्थों का प्रयोग बड़ी तीव्र गति से बढ़ रहा है। आजकल ब्राव-डलाई उष्मसहो (फ्यूजन-कास्ट रिफ्रेक्टरीज) का उत्पादन भी खूब बढ़ता जा रहा है, ये विद्युत्-द्रावित पदार्थोंको उपयुक्त साँचों में ढाल कर ढाले जाते हैं। इस प्रकार का एक उष्मसह, जो अचिराम काम करनेवाली काच-द्रावण भट्टियों में विशेष रूप से काम आता है, मुलाइट निबन्ध ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ) वाले मिट्टी-वाक्माइट मिश्रणों को एक चाप भट्टों में द्रावित करके तथा द्राव को बालू के साँचों में ढाल कर बनाया जाता है। इन इंटो अथवा सिलों के तापशीतन (एनीलिंग) से उनकी केलास-रचना में बड़ा सूक्ष्म अन्त पाचन (इष्टरलाय्किंग) उत्पन्न होता है।

वांशगटन के 'जियोफिजिकल लैबोरेटरी' में जो अनुसन्धान हुए हैं और जो कला-नियम (फेज रूल) के चित्र बनाये गये हैं उनके अध्ययन से दो या तीन उष्मसह आक्माइडो से बननेवाले यौगिकों तथा मिश्रणों के बारे में बड़ा विस्तृत एवं यथार्थ ज्ञान प्राप्त किया जा सकता है। पिछले कुछ वर्षों में इन आधारभूत रामायनिक अनुसन्धानों का क्षेत्र विशेष रूप से बढ़ गया है और विविध महितों (मिस्टम) के ज्ञान में जो हमारा अभाव था उसकी भी पूर्ति हुई है तथा इनके परिणामों का उत्तम व्यावहारिक प्रयोग किया गया है। इन्हीं के फलस्वरूप एक्स-किरण वर्णक्रमलेखी (स्पेक्ट्रोग्राफ) जैसे नवीन उपकरणों का प्रयोग अब बड़ा व्यापक एवं मरल हो गया है। एक्स-किरण द्वारा मिट्टी के अणुओं की रचना का अध्ययन करने से ही मिट्टी की सुषट्यता जैसे बहुमूल्य गुणों के रहस्य खुले हैं। इसी प्रकार के नूतन ज्ञान से मिट्टियों के औद्योगिक उपयोगों में सुनिश्चित उन्नति एवं विकास किया जा रहा है।

यांत्रिक सामर्थ्य उष्मसह इंटो का, विशेषकर अग्नि-मिट्टी की इंटो का, एक बड़ा महत्त्वपूर्ण गुण है। अग्नि-इंटो का 'शीत-कुट्टन सामर्थ्य' (कोल्ड प्रगिंग स्ट्रेंथ) ७००० या ८००० पौण्ड प्रति वर्ग इंच तक होता है और १००० पौण्ड प्रति वर्ग इंच से कम तो कभी नहीं होता। किन्तु भट्टों में तो 'तप्त कुट्टन सामर्थ्य' (हाट प्रगिंग स्ट्रेंथ) यानी 'सभार उष्मसहना' (रिफ्रेक्टरीनेस अण्डर लोड) ही अधिक महत्त्वपूर्ण गुण है। अग्नि-मिट्टी कोई एक शुद्ध यौगिक तो होती नहीं, इसलिए उसका द्रवण किमी एक निश्चित ताप पर नहीं होता अर्थात् उसका कोई सुस्पष्ट द्रवणक नहीं

बल्कि गलन-परास (मेल्टिंग रेंज) होता है। और ज्यों ही ईंटों का मृदुलन प्रारम्भ होता है भार अब्बा दाब सभाळने का उनका सामर्थ्य बड़ी शीघ्रता से समाप्त होने लगता है। अधिकांश ईंटों के लिए यह ताप  $1,100^{\circ}$  से० से अधिक नहीं होता। रासायनिक प्रतिक्रियाओं के अनुशीलन से तप्त करने पर ईंटों के यांत्रिक सामर्थ्य के इस ह्रास के कारण ज्ञात हुए हैं, जिससे न केवल ईंटों की बनावट में उन्नति की जा सकी है वरन् भट्टियों की प्ररचना (डिजाइन) में भी महत्वपूर्ण सुधार किये गये हैं। इनमें अन्य अग्नि-भट्टियों के सूक्ष्म रासायनिक परीक्षण तथा वाणिज्यिक रूप से व्यवहार्य रीतियों के अनुशीलन को भी बड़ी प्रेरणा मिली है और इनमें से अवाछनीय खनिज अशुद्धियों का निरसन सम्भव हुआ है।

सुषट्य (प्लाम्टिक) मिट्टी बनाने में अब विमानन अर्थात् डी-एर्रांग" विधा का प्रयोग किया जाना लगा है। सुषट्य मिट्टी में अवशोषित अथवा अन्तराविष्ट वायु का घर्षण (फ्रिक्शनल) प्रभाव होता है, जिसके कारण उसकी सुषट्यता का पूर्ण विकास नहीं हो पाता। अतः सुषट्य मिट्टी को एक ऐसे वेष्म में होकर पार कराया जाता है जो शायद घष्म में जुड़ा होता है, इस प्रकार उसकी अधिकांश अन्तराविष्ट वायु निकल जाती है। ऐसा करने से न केवल सुषट्य मिट्टी की कार्यकारिता बढ जाती है वरन् निष्पन्न अग्नि-ईंटों की घनता भी बढ जाती है तथा उसकी रन्ध्रिता एव पार-गम्यता कम हो जाती है। घनता बढने तथा रन्ध्रिता और पारगम्यता कम हो जाने से ईंटों का टिकाऊपन बहुत बढ जाता है, क्योंकि उनमें उन वाष्पों तथा धातुमलों का प्रवेश अवरुद्ध हो जाता है जो उनके क्षय के विशेष कारण होते हैं।

पुराने समय में उष्मसह ईंटें हाथ से साँचे में ढाली जाती थी, किन्तु अब यह काम मशीनों द्वारा किया जाता है। मशीनों द्वारा साँचों में प्रायः ५-६ पाण्ड वर्ग इंच दाब पड़ता है। इसका एक प्रमुख लाभ तो यह है कि ईंटें आकार, परिमाण तथा परिष्प में एकसम होती हैं। जब भट्टियों की दीवारों का विघर्षण (वियर) होने लगता है तो यह देखा गया है कि विघर्षण मुख्यतः ईंटों के जोड़ों में प्रारम्भ होता है। एकसम आकार, परिमाण और परिष्प की ईंटों के प्रयोग से ये जोड़ बहुत ही सन्निकट हो जाते हैं और इसलिए भट्टियों की आयु बढ जाती है।

यद्यपि उष्मसह ईंटों की उष्मा चालकता उतनी अधिक नहीं होती जितनी धातुओं की, फिर भी पर्याप्त होती है जिसके फलस्वरूप भट्टी की दीवारों और उसकी छतों के द्वारा उसकी उष्मा का काफी ह्रास हो जाता है और उसकी उष्मा कुशलता बहुत कम हो जाती है। इस कठिनाई के निवारण के लिए लघु भारवाली रन्ध्र अग्नि-ईंटें बनायी जाने लगी हैं, इनकी उष्मा-चालकता साधारण ठोस ईंटों की चाल-

कता का केवल पाँचवाँ भाग होती है। इन पृथक्कारी अग्नि-ईंटों के प्रयोग में भट्ठी के बाहर विकिरण द्वारा उष्मा के हानि में बड़ी कमी हो गयी और उसके साथ साथ भट्ठी को किसी निश्चित ताप पर बनाये रखने के लिए ईंधन की क्षपत में भी। इन ईंटों की लघु उष्मा-धारिता में भट्ठी की कार्य-क्षमता में भी बड़ी महत्वपूर्ण उप्रति हो गयी है।

कमी कमी भट्ठी के कुछ नागों को ऐसी ईंटों में बनाया पड़ता है जो उष्मा प्रेषण (ट्रान्समिट) का काम साधारण अग्नि-ईंटों की अपेक्षा अधिक अच्छा कर सकें, और इसके लिए सिलिकॉन कार्बाइड की ईंटें इस्तेमाल की जाती हैं; इनका द्रव्यमात्र २००० मे० में भी ऊँचा होता है तथा इनकी उष्मा चालकता साधारण अग्नि-ईंटों की चालकता की प्रायः दसगुनी होती है।

भट्ठियों के अस्तरों के कुछ भाग की आजकल एकात्म (मोनोलिथिक) बना-बट होती है। यह रोचक विचार भी ऊपर वर्णित अनुसन्धानों का ही फल है। भट्ठी के अस्तर की ऐसी बनावट का सबसे बड़ा लाभ यह है कि इसमें बिलकुल कोई जोड़ नहीं होता।

गन कुछ वर्षों में इस्पात, लोहा तथा अलोहम दलाईधरो के लिए मस्लिष्ट माँचा-दलाई बालू के उत्पादन एवं प्रयोग में बड़ी काफी प्रगति हुई है। यह भी रासायनिक अनुसन्धानों का प्रत्यक्ष फल है। मस्लिष्ट बालू तैयार करने से उष्ममहता, दण्ड सामर्थ्य (बॉन्ड स्ट्रेंथ) तथा पारगम्यता जैसे उसके गुणों का प्राकृति बालू की अपेक्षा कहीं अधिक सुन्दर नियंत्रण किया जा सकता है, तथा फिर से इस्तेमाल करने के लिए बालू को पुनः प्राप्त करनेवाले उपादेयकरण (रिकन्स्रेशन) संयंत्रों का क्रिया-करण और अधिक प्रभावी बनाया जा सकता है।

त्रिजि आधारभूत एवं प्रयोगात्मक अनुसन्धानों के कारण उष्मसह पदार्थों की प्रौद्योगिकी में महती प्रगति हुई है, उनका प्रायः सम्पूर्ण श्रेय रसायनज्ञों को ही है। इन अनुसन्धानों के ऊपर लिखित प्रयोगों के अलावा बहुत से अन्य अप्रत्यक्ष एवं बहु-मूल्य प्रयोग किये गये हैं। विशेष प्रकार के स्फुल्लिग-निग कायो (स्पाकिंग-क्याग बोडी) का उत्पादन इन व्यावहारिक प्रयोगों में से सबसे रोचक बात है। आपुनिक बहु-मिलिन्डर वायुयान इंजनों जैसे अन्तर दाही इंजनों के अन्दर की कठिन परिस्थितियों का यह बड़ी मर्यादा में सहन कर लेता है।

## ग्रंथ-सूची

- CHESTERS, J. H. - *Steel Plant Refractories* United Steel Cos Ltd.
- COMBER, A W - *Magnesite* Royal Institute of Chemistry.
- KNIBBS, N V S - *Lime and Magnesia* Ernest Benn, Ltd
- NORTON, W H - *Refractories*. McGraw Hill Book Co. Inc
- PARTRIDGE, J H. - *Refractory Materials*. Royal Society of Arts.
- RIES, H - *Clays. Their Occurrence, Properties and Uses* John Wiley & Sons
- SEARLE, A. B. - *Refractories for Furnaces, Kilns, Retorts, etc* *Refractory Materials, Their Manufacture and Use*. Charles Griffin & Co, Ltd.
- SEXTON, A. H - *Fuel and Refractory Materials* Blackie & Son, Ltd.
- SOFMAN, R B. - *Properties of Silica*. Reinhold Publishing Co.
- WILSON, H - *Clay Technology*. McGraw Hill Book Co. Inc.

## अध्याय १७

### भवननिर्माण सामग्री

भवननिर्माण सामग्री, गारा; सिमेण्ट; ऐस्फाल्ट तथा बिटुमेन ।  
सिरामिक : मिट्टी के बर्तन, पोर्सिलेन तथा पत्थर के बर्तन; काँच;  
एनामल

### गारा और सिमेण्ट

डी० इविन वाटसन, बी० एस-सी० (लन्दन), ए० आर० आई० सी०

मिट्टी का गारा सबसे माधारण एवं प्राचीनतम सिमेन्टीय सामग्री है जो अब तक इस्तेमाल होती है। मिट्टी को लकड़ी की छड़ियों तथा चास से संयोजित (रीइन्फोर्स) करके अफ्रीका निवासी उससे अपने छोपड़े बनाते हैं। चूना, बालू और पानी को अच्छी तरह मिला कर मामूली गारा बनाया जाता है, यद्यपि विज्ञान ने यह सिद्ध हो चुका है कि चूना और बालू के बीच कोई रासायनिक प्रतिक्रिया नहीं होती, बालू केवल एक तनुकर्ता का काम करती है। केवल चूने का प्रयोग करने से जो अनावश्यक सिंकु-डम होती है वह बालू मिलाने से नहीं होती। गारे में से पानी मूलने में ही वह जम जाता है तथा कैल्शियम कार्बोनेट के क्लैसो के पारस्परिक गुंथन से कठोर हो जाता है, इससे मजबूत सामग्री एक सलाखी (कोहेयरेण्ट) पुञ्ज के रूप में बँध उठती है।

उपर्युक्त तथ्यों से ज्ञात होने के पूर्व ही अनुभव द्वारा यह सिद्ध हो चुका था कि अमृद चूने के बजाय शुद्ध चूने से अच्छा गारा बनता है। जलप्रेरित गारे (हाइड्रालिक मॉर्टर) तथा सिमेण्ट की संरचना एवं प्रतिक्रिया सवन्धी ज्ञान १८८७ में ली चैटेनियर के अनुसन्धानों के प्रकाशन तक प्रायः अनिश्चित ही रहा, यद्यपि स्मीटन ने १७५६ में हाइड्रालिक मॉर्टर अथवा चूनपत्थर (लाइम स्टोन) की प्रकृति के बारे में कुछ अनुसूलन अवश्य किया था। यह प्रपल एडिस्टोन लाइट हाइम को नीव के लिए उपयुक्त सामग्री की खोज के संबंध में किया गया था। स्मीटन ने अपने एक रसायनज्ञ मित्र कुक्बर्डी से परामर्श किया और उन्होंने उनको चूनपत्थर के विश्लेषण की सलाह

दी। इससे पता लगा कि मिट्टी हाइड्रालिक चूनपत्थर का एक आवश्यक अंग है। उन्होंने यह भी पता लगाया कि चूनपत्थर को भस्म करने से जो चूना तैयार होता है वह जलसह गारा बनाने के लिए मोटे अर्थात् शुद्ध चूने से अधिक अच्छा होता है।

सीमेण्ट बनाने के लिए चूनपत्थर या खडिया और मिट्टी के मिश्रण को भट्ठी में उम ताप तक तप्त किया जाता है जब झाँवा बन जाता है। इस प्रकार प्राप्त पदार्थ को बारीक पीसकर चूर्ण बना लिया जाता है। यही बाजारों में सीमेण्ट के रूप में विक्रता है। १७९६ में जेम्स पाकर ने मृन्मय चूनपत्थर (आर्जीलियस लाइम स्टोन) को ही तप्त करके रोमन सीमेण्ट तैयार किया था। इस चूनपत्थर में दोनों आवश्यक नब्बटक मौजूद थे। मृन्मय चूनपत्थर के स्थान पर मिट्टी और चूने के मिश्रण को तप्त करके रोमन सीमेण्ट की नकल करने के प्रयत्न में पोर्टलैंड सीमेण्ट के निर्माण का प्रारम्भ हुआ। इस रीति के कारणों एवं क्रियाओं के बारे में कुछ भी शत न पा और कभी कभी अशम्य (अनस्लेकेबल) भाग के रूप में सर्वोत्तम भाग फेंक दिया जाता था। भट्ठी के अन्दर होनेवाली रासायनिक प्रतिक्रियाओं के बारे में कुछ सोचा ही नहीं जाता था, यहाँ तक कि जब वैज्ञानिकों ने अनुसन्धान करके कुछ तथ्य प्रकाशित भी किये तब भी निर्माताओं को उनमें लाभ उठाने में बड़ा समय लगा। अब तो यह सर्व-विदित है कि भट्ठी में चूना और मिट्टी की रासायनिक प्रतिक्रिया के फलस्वरूप कैल्सियम सिलिकेट तथा अलुमिनेट बन जाता है। जब सीमेण्ट जल द्वारा उपचारित किया जाता है तब उसका विच्छेदन हो जाता है जिससे घमित अर्थात् बुझाया हुआ चूना तथा सिलिका और अलुमिना में ध्युत्पन्न अम्ल तैयार हों जाते हैं। इन पदार्थों की पुनः प्रतिक्रिया होती है और जलीय मिणिकेटो तथा अलुमिनेटो के गुथे हुए केलास बन जाते हैं, जिसमें उसमें बड़ी दृढ़ता आ जाती है और पहले वह जमता और फिर कठोर हो जाता है। ये सभी क्रियाएँ एक ही विधा के विविध क्रम हैं। इस प्रकार रसायनशां के प्रयत्नों से ऐसे तथ्यों का उद्घाटन हुआ जिनसे सीमेण्ट-निर्माताओं को अपने उत्पादन की उत्तमता बढ़ाने में प्रचुर सहायता मिली।

किन्तु सीमेण्ट सम्बन्धी रसायन के अध्ययन से उपर्युक्त बातों के अतिरिक्त हमें और भी लाभ हुए। रसायनज्ञों ने यह भी बताया कि सीमेण्ट में मैग्नीसिया की अधिकता तथा सल्फेटों की अशुद्धता से उसकी जलरोधी शक्ति में भारी कमी हो जाती है; अतः ऐसे पदार्थों का निगमन तथा उन्हें मुनिश्चित सीमाओं के अन्दर ही सीमेण्ट में रहने देना परमावश्यक है। समुद्री जल के सम्पर्क में आनेवाली कंकरीट-नीवों के बनाने के लिए इन्मेगल होनेवाले सीमेण्ट से या तो एकदम मूँठोस और अवेध्य पुञ्ज बनना चाहिए या उस पर अवेध्य पत्थर का आवरण लगाना होता है, क्योंकि



समुद्री जल में सल्फेटों और मैग्नीशिया के लवणों की बड़ी अधिकता होती है, इसलिए अगर इस जल का प्रवेश हो जाय तो सीमेण्ट का विच्छेदन होने से इमारत कमजोर हो जाती है तथा उसकी आयु कम हो जाती है।

इससे स्पष्ट है कि ऐसी अशुद्धियों के लिए निश्चित मानक एवं विशिष्टियों के निर्धारण की बड़ी आवश्यकता हुई, क्योंकि इन्हीं के ऊपर बड़े बड़े एवं बहुमूल्य भवनों का रसायित्व निर्भर करता है। एतदर्थ १९०४ में 'इंजीनियरिंग स्टैंडर्ड्स कमेटी' द्वारा नियुक्त एक उपसमिति ने 'ब्रिटिश स्टैंडर्ड्स स्पेसिफिकेशन' का सूत्रपात किया। इस उपसमिति में इंजीनियर, ठीकेदार, रसायनज्ञ, शिल्पी, निर्माता तथा जन-कायों के लिए बड़ी मात्रा में पोर्टलैंड सीमेण्ट का प्रयोग करनेवाले प्रशासनिक निकायों के प्रतिनिधि सम्मिलित थे। इन विशिष्टियों (स्पेसिफिकेशन) में रासायनिक एवं यान्त्रिक दोनों प्रकार की परीक्षाओं का समावेश है। आगे चलकर इसमें कुछ संशोधन अक्षय्य हुए किन्तु उत्पादकों एवं उपयोक्ताओं द्वारा स्वीकृत ये वैज्ञानिक स्पेसिफिकेशन मोटे तौर पर आज भी वैसे ही हैं।

१८८७ में ली चैटेलियर के अनुसन्धानों के प्रकाशन के बाद से भवननिर्माण-संबन्धी सामग्रियों तथा समस्याओं के बारे में अन्वेषण के लिए रसायनज्ञ बड़ी तत्परता एवं सफलतापूर्वक अग्रसर हुए। कभी कभी पोर्टलैंड सीमेण्ट से बनी कंकरीट-नीवों को घटाने में बड़ी अप्रत्याशित असफलता हुई। ऐसी असफलताओं के कारणों की खोज करने पर यह ज्ञात हुआ कि उस स्थानविशेष की भूमि के नीचे जल में सल्फेट अधिकता से विद्यमान थे, जिनकी प्रतिक्रिया की वजह से ही सीमेण्ट का विच्छेदन हुआ और नीव को क्षति पहुँची। यह प्रतिक्रिया किन दशाओं में उपरत हो जाती है, इसका अध्ययन किया जाने लगा। १९२६ में बीट ने अपने अनुसन्धानों के परिणामों को प्रकाशित किया जिसके फलस्वरूप अलुमिनीय सीमेण्ट का वाणिज्यिक विकास हुआ। खड़िया और बाक्साइट के मिश्रण के द्रावण से यह सीमेण्ट तैयार किया जाता है और इसमें मुख्यतः कैल्सियम अलुमिनेट होता है। इसकी सबसे बड़ी विशेषता यह है कि इस पर सल्फेटों के आक्रमण का कोई प्रभाव नहीं होता तथा यह जल के प्रति इतना त्रियाशील है कि इससे बनी कंकरीट में २४ घण्टे के अन्दर ही प्रचुर दृश्याभा जाती है। जमने की प्रतिक्रिया में इतनी ऊष्मा निकलती है कि उसका नियंत्रण बड़ा आवश्यक होता है। पोर्टलैंड सीमेण्ट और अलुमिनीय सीमेण्ट को मिलाया नहीं जाता, क्योंकि कुछ अनुमान में इसमें जल डालने से प्रायः यह तुरन्त जम जाता है।

पोर्टलैंड सीमेण्ट की संरचना के संबंध में और अनुसन्धान किये गये हैं जिनके फलस्वरूप बड़ी सीधता से जमनेवाले पोर्टलैंड सीमेण्ट का विकास किया जा सकेगा।

है। इनसे भी २४ घण्टे के अन्दर ही बड़ी मुद्दत ककरीट बन जाती है। किन्तु ये सीमेण्ट मन्फ्रेटो द्वारा होनेवाली क्षति को नहीं रोक पाते। लेकिन आशा है कि शीघ्र ही ऐसा पोर्टलैण्ड सीमेण्ट भी तैयार हो जायगा जो इस प्रकार की क्षति का रोधक होगा।

इस दिशा में अनेक और प्रकार के अनुसन्धान हो रहे हैं, जिनके फलस्वरूप न केवल उत्तम और रासायनिक दृष्टि में रोधी सीमेण्ट तैयार किया जा सकेगा, बल्कि ऐसे साधनों का अन्वेषण किया जायगा जिनसे घम-भट्टियाँ से निकले उन क्षेप्य धातुमलों का लाभकारी उपयोग किया जा सकेगा जो इस्पात-निर्माणियों के आमपाम के क्षेत्रों में फेंके जाते और उनको विस्फोट कर देते हैं।

१९२० में इंग्लैण्ड की सरकार ने 'बिल्डिंग रिसर्च बोर्ड' नियुक्त करके भवन निर्माण सम्बन्धी समस्याओं के वैज्ञानिक हल के महत्त्व को स्वीकार किया। ईस्ट ऐक्टन में १९२१ में अनुसन्धान प्रारम्भ हुआ और उसका ऐसी गति से विकास हुआ कि चार वर्षों के अन्दर ही उसके लिए वाटफोर्ड में एक बहुत बड़े रिसर्च स्टेशन की स्थापना करनी पड़ी। इस समस्या द्वारा किये गये अनुसन्धानों ने भवन-निर्माण-समस्याओं के प्रति मिलियनों और इन्जीनियरों के विचारों में ऐसा परिवर्तन उत्पन्न कर दिया कि अब भवन-निर्माण सम्बन्धी शायद ही कोई ऐसी योजना हो जो रसायनज्ञों के वैज्ञानिक परामर्श के बिना सम्पन्न की जानी हो। 'बिल्डिंग रिसर्च बोर्ड' ने ऐसी स्वतंत्र प्रयोग-शालाओं के सहयोग और सहायता के लिए प्रयत्न किया जहाँ भवननिर्माण-समस्याओं का विशेष अनुशीलन किया जाता है।

जब ऐसी समस्याओं का वैज्ञानिक रीति से अनुसन्धान प्रारम्भ हुआ तो भवन-निर्माणकार्यों में नयी-नयी सामग्रियों के प्रयुक्त किये जाने की संभावना विदित होने लगी तथा इस दिशा में बड़ा काम भी होने लगा। इनके फलस्वरूप कैल्सियम-सिलिकेट की ईंटें, मग्नेसाइट सीमेण्ट, फेनोयित धातुमल (फोम्ड स्लैग) तथा विभाजन ईंट (पार्टीगन ब्रिक्क) एवं ग्लास्टर बोर्डों जैसी निर्माणवस्तुओं का प्रचलन हुआ है। रसायनज्ञों की प्रतिभा के परिणामस्वरूप ही सिलिको-फ्लूराइड, केडीन विलयनों तथा धातवीय मावुनों सदृश अलमह पदार्थों का आविष्कार हुआ। इस कार्य के लिए कैल्सियम क्लोराइड तथा पोटैशियम सिलिकेट के माध्यम विलयन भी प्रयुक्त होने लगे हैं।

एक सामान्य रासायनिक प्रतिक्रिया के प्रत्यक्ष प्रयोग का 'जूस्टन सीमेण्टीकरण विधा' बड़ा उत्तम उदाहरण है।

पहले मुरग बनाने में एक कठिनाई का अनुभव होता था, क्योंकि खुले ककड़ इतने

अम्ललागी होते कि कभी कभी सुरण भयकर रूप में बह जाती। किन्तु अब सुले कंकड़ों में कैल्शियम क्लोराइड तथा सोडियम सिलिकेट के विलयनों को दबाव से अन्व-क्षेपित करके यह कठिनाई दूर की जा सकती है। उपर्युक्त रासायनिक यांत्रिकी की प्रतिक्रिया के फलस्वरूप ऐसा द्रव्य (बघक) चिपकाऊ पदार्थ बन जाता है जो कंकड़ों को बहुत मंलागी बना देता है और सुरण के बहने का कोई डर नहीं रह जाता।

भवन-निर्माण की कला बड़ी पुरानी है किन्तु बहुत दिनों तक यह केवल अनुभवों पर ही आधारित रही, लेकिन अब इसमें वैज्ञानिक अनुशीलन के इतनी तीव्र गति में प्रवेश करने से मय्या लाभ ही नहीं हुआ, बल्कि अन्य उद्योगों की भाँति संश्रमण-काल में इसमें भी अनेक ऐसी कठिनाइयाँ उठ खड़ी हुईं, जिनका उस समय कोई प्रदेन ही न था जब भवन-निर्माण के काम में क्षेत्रविशेष में उपलब्ध सामग्रियों का ही प्रयोग होता था तथा वही के कारीगर अपने अपने अनुभव से काम लेते थे। रसायनज्ञों को इन कठिनाइयों का भी समाधान करना पड़ा है। इनमें से अधिकांश कठिनाइयों का बड़ा कारण तो आज के भवन निर्माण की द्रुत गति है जो स्वयं वैज्ञानिक अनुसंधानों की देन है। इनका दूसरा कारण आजकल के परिवहन साधन भी हैं जिनकी सहायता से एक जगह से सामग्रियाँ दूसरे स्थान पर बड़ी सरलता से पहुँचायी जा सकती हैं, जहाँ की परिस्थितियाँ एवं प्रविधि के अनुकूल वे नहीं होती। इन दशाओं में भी वैज्ञानिक अनुशीलन की आवश्यकता हुई, जिसमें सामग्रियों के गुण ठीक ठीक जाने जा सकें और उनके सफल प्रयोग की निश्चित परिस्थितियाँ निर्धारित की जायँ। कभी कभी इसमें ऐसी ऐसी जटिल समस्याएँ उठ खड़ी होती हैं जिनके हल में भी अनेक विरोधी सम्मतियाँ उपस्थित की जाती हैं। आज के विस्तृत एवं व्यापक ज्ञान के समय में इस प्रकार की परिस्थितियाँ अस्वाभाविक नहीं बल्कि अनिवार्य हैं। भवन-निर्माण की समस्याओं के हल में लगे रसायनज्ञों को अनुभवी लोगों से भी परामर्श करना चाहिए, क्योंकि प्रयोगशाला में सम्पन्न की जानेवाली प्रतिक्रियाओं एवं वास्तविक भवननिर्माण कार्यों के बीच के अन्तर को मिटाने की यही सबसे उत्तम रीति है।

पिछले २० वर्षों में ईंट बनाने की कला ने प्रायः पूर्णरूप से वैज्ञानिक स्वस्व धारण कर लिया है। आधुनिक ईंटों के भट्ठों की कार्यगति और उनकी कार्यक्षमता की तुलना पुराने समय के भट्ठों से करने पर इस क्षेत्र में विज्ञान के चमत्कार का वास्तविक भान होता है। इसमें भी नयी-नयी कठिनाइयों का सामना किये बिना सफलता नहीं मिली है, प्रस्फुटन (एक्स्प्लोस्न) के कारण ईंटों की चिन्ता इनका अच्छा उदाहरण है। इस प्रस्फुटन का कारण खोजने पर ज्ञान हुआ कि यह मैग्नी-

सियम सल्फेट की उपस्थिति से होता है और मिट्टी के मैंगनीसियम सिलिकेट एवं ईंधन के सल्फर की पारस्परिक प्रतिक्रिया से बन जाता है। यह कठिनाई भी कोई नयी नहीं है क्योंकि पहले भी कुछ क्षेत्रों से प्राप्त ईंटों के ऊपर ध्वेत जमाव में उनकी क्षति का अनुभव किया गया है। इसे 'मिन्नि वेमर' की मज्जा दी गयी थी। अब इसके वास्तविक कारण जान लेने में इसके निवारण की रीतियाँ भी निकाल ली गयी हैं। इनमें से एक रीति तो यह है कि भट्ठों के ताप को इतना ऊँचा उठा दिया जाय कि मैंगनीसियम सल्फेट का विच्छेदन हो जाय। इस प्रकार विज्ञान की सहायता से ऐसे अनेक क्षेत्रों की मिट्टी की ईंटें बनायी जा सकी जो पहले इस कार्य के लिए सर्वथा अनुपयुक्त मानी जाती थी। प्रगति तो इतनी हुई है कि अब किसी भी क्षेत्र एवं किसी भी प्रकार की मिट्टी में ईंटें बनायी जा सकती हैं, यद्यपि हर परिस्थिति में यह आर्थिक दृष्टि में मदेव लाभकारी हो ऐसा जरूरी नहीं।

चूना बुझाने की वैज्ञानिक रीतियों का भी ऐसा विकास हुआ है कि अब हर प्रकार के चूने को तैयार जन्नीयिन दशा में प्राप्त करना सम्भव हो गया है। इससे देवुमाये चूने के कणों के प्रसरण (एक्सपैन्सन) के कारण उत्पन्न होनेवाली कठिनाई का सरल निवारण हो सका है।

विविध प्रकार के चूने के भौतिक गुणों की जाँच के लिए भी अनेक अनुसन्धान हुए हैं। इनके फलस्वरूप 'ब्रिटिश स्टैंडर्ड्स इन्स्टिट्यूशन' ने ऐसी विशिष्टियाँ (स्पेसिफिकेशन) जारी की हैं जिनके अनुसार विविध प्रकार के चूने की म्यूननन आवश्यकताएँ एवं प्रयोगशालाओं में की जानेवाली जाँच की मानक रीतियाँ निर्धारित की जाती हैं।

आधुनिक अनुसन्धान एवं विकास की दिशा फर्श बनाने अथवा जोड़ भरने के लिए सीमेंट को विट्रुमिनी पायम अथवा रबर आक्षीर (लैटेक्स) के साथ प्रयोग करने इत्यादि की ओर मुड़ गयी है। आजकल तो इस काम के लिए प्लास्टिकों की मिलावटों का प्रयोग करने पर भी विशेष ध्यान दिया जा रहा है।

## ग्रंथ-सूची

- RIED, J. *Recherches Industrielles sur les Chaux, Cements et Mortiers.*  
Dunod.
- BLOUNT, BERTRAM *Cement* Longmans, Green & Co., Ltd.
- COMBER, A W : *Composition Flooring and Floorlaying* Charles Griffin  
& Co., Ltd

- DAVIS, A. C. *Portland Cement* Concrete Publications, Ltd.
- ECKEL, E. L. : *Cements, Limes and Plasters*. John Wiley & Sons, Inc. and Chapman & Hall, Ltd
- INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS, COMMITTEE OF : *Reports on Deterioration of Structures*. Department of Scientific and Industrial Research. H. M. Stationery Office.
- KLEINOGEL, A. *Einflüsse auf Beton* Ernst und Sohn
- KUHL, H. *Cement Chemistry in Theory and Practice*. Concrete Publications, Ltd
- LEA, F. M. *Cement and Concrete*. Royal Institute of Chemistry.
- LEA, F. M., AND, DESCH, C. H. *The Chemistry of Cement and Concrete*. Edward Arnold & Co
- Post-War Building Studies, No 1*. H. M. Stationery Office
- SEARLE, A. B. : *Floors Manual for Masons*. J & A Churchill, Ltd.

## ऐस्फाल्ट और बिटुमेन

डी० एम० बिन्मन, एम० बी०, बी० एम०-सी० (लन्दन), ए० आर० आर्द० सी०  
ऐस्फाल्टिक बिटुमेन एक प्राकृतिक पदार्थ है जिसमें उच्च अणु-भार वाले जटिल हाइड्रोकार्बन मिले होते हैं। इसमें अभिषिद्धन अर्थात् जमकर एक पिण्ड बन जाने का विशेष गुण होता है, किन्तु साथ ही यह कार्बन डाइसल्फाइड में काफी मात्रा में विलेय होता है। यह कुछ कच्चे पेट्रोलियम तेलों में होता है और उनमें से आमचन द्वारा इसके प्रभागों (लाइटर फ्रैक्शन) को निकालने के बाद प्राप्त किया जाता है।

ऐस्फाल्टिक बिटुमेन एवं किसी प्रकार के खनिज पदार्थ के मिश्रण को 'ऐम्फाल्ट' कहते हैं, और इस रूप में यह समार के बहुत से भागों में प्रयुक्त किया जाता है। यूरोप की ऐम्फाल्ट की चट्टानों का व्यापक रूप से अनुशीलन किया गया है। ऐसा अनुमान किया जाता है कि भूमिगत कच्चे पेट्रोलियम तैलाशयों में से तेल पृथ्वी के डोढ़ने से आसपास के स्तरों की सरल चट्टानों में प्रवेश कर गया और तेल के इसके प्रभाग कालगत उद्वाहन से उठ गये तथा चट्टानों के रन्ध्रों में ऐम्फाल्टिक बिटुमेन बच गया।

फ्रान्स के एक क्षेत्र में शुद्ध चुनसत्थर में व्याप्त बिटुमेन पाया जाता है। ऐम्फाल्टिक चट्टानों की ऊपरी माहों का बिटुमेन १००० फुट नीचे की गहराइतों बिटु-

मेन की अपेक्षा अत्यधिक कठोर होता है। सम्भवतः इसका कारण यह है कि नीचे की सतहों से अभी हलके प्रमाणों का पूरा उद्वाष्पन नहीं हो पाया है। और जैसे जैसे उनका उद्वाष्पन होता जाता है बिटुमेन कठोर होता जाता है।

विनिडाइ ट्रोप के एक क्षेत्र में ऐम्फाल्टिक बिटुमेन में बड़ी बारीक मिट्टी मिली होती है। सम्भवतः इसका विशाल पैमाने पर उद्भव कंदम-ज्वालामुखी (मड-वाल-कैनो) के साथ साथ विशाल पैमाने पर तेल आश्चर्याव (आयल सीपेज) के कारण हुआ।

कच्चे पेट्रोलियम के उद्भव के संबंध में भी काफी विवाद रहा है, किन्तु अधिकतर मान्य सिद्धान्तों के अनुसार यह समुद्री जीवों एवं समुद्री वनस्पतियों के विच्छेदन से ही बना है। इस सिद्धान्त की पुष्टि इस तथ्य से होती है कि बिटुमेन के भस्मीकरण से प्राप्त भस्म में बेंनेडियम, निकेल तथा अन्य ऐसे तत्त्व पाये जाते हैं जो समुद्री घासों के भस्म में होते हैं।

मनुष्य द्वारा ऐस्फाल्ट के प्रयोग की कहानी भी बड़ी पुरानी है। ईसा पूर्व ६०० में ईटों के जड़ने के लिए जोड़ों के पूरक रूप में तथा भवननिर्माण प्रयोजनों के लिए इसके प्रयोग का उल्लेख मिलता है। पेरू के इका लोग भी बिटुमिनी ककरियों से अपने राजपथ बनाया करते थे।

उन्नीसवीं शताब्दी के प्रारम्भ में सड़क बनाने के लिए ऐस्फाल्टिक गिला का प्रथम उपयोग किया गया था। इस ऐम्फाल्ट को खदानों से प्राप्त बिटुमेन में मिलाने में एक लेपी ऐस्फाल्ट (मैस्टिक ऐम्फाल्ट) प्राप्त होता है जिसका प्रयोग छत बगैरह बनाने में किया जाता है।

१९१३ में मेक्सिको में कच्चे पेट्रोलियम तेल से बिटुमेन का उत्पादन वाणिज्यिक पैमाने पर शुरू किया गया और चूंकि यह प्राकृतिक बिटुमेन से सस्ता था इसलिए मुख्य सड़कों के बनाने में इसका प्रयोग सुलभ हो गया। मोटरगाड़ियों के प्रचलन से इसको और भी प्रेरणा मिली। केवल जल डालकर पीटी हुई कंकड़ की जो सड़कें घोंश-गाड़ियों के यातायात के लिए उपयुक्त थीं उन पर मोटरगाड़ियों के चलने से जल्द ही गड्ढे पड़ जाने लगे, क्योंकि मोटरों के टायर कंकड़ों के बीच के वर्धन पदार्थों को अवशोषित कर लेते थे, इसीलिए अधिक धूल उड़ती और सड़कें जल्द खराब हो जातीं। इस कठिनाई के निवारण के लिए घूल मारनेवाले तेल एवं अपरिष्कृत अल-कतरा इस्तेमाल किया जाने लगा। आगे चलकर सड़क बनाने की और उत्तम रीतियाँ प्रयुक्त होने लगीं और बालू तथा ग्रेनाइट की ककड़ियों को तप्त बिटुमेन में मिलाकर सड़कों पर फैलाने में उनकी भली-भाँति रक्षा की जा सकी। नगरों के मार्गों में यह कठिनाई नहीं उठी क्योंकि उनके बनाने में संपीड़ित ऐस्फाल्ट का प्रयोग पहले ही

से होता था और उनमें टिकाऊपन का विशिष्ट गुण होने से घोड़ागाड़ियों के स्थान पर मोटरगाड़ियों के चलने से कोई विशेष अन्तर नहीं पड़ा।

ऐस्फाल्टिक बिटुमेन बनाने का उद्योग बड़ा महत्वपूर्ण उद्योग बन गया। उनी कच्चे तेल में से न केवल पेट्रोल और मोटरगाड़ियों के लिए स्नेहक (लुब्रिकेंटिंग) तेल निकाला जाता, वरन् सड़को की सतह बनाने के लिए बिटुमेन भी प्राप्त किया जाने लगा।

प्रारम्भिक दिनों में बिटुमेन उद्योग वैज्ञानिकों के नहीं 'व्यावहारिक लोगों' के हाथ में था, फिर भी उसमें अच्छी प्रगति की जा सकी। अधिकांशतः इन 'व्यावहारिक लोगों' की सूझ-बूझ ठीक होनी और कार्य में विशेष अट्ठधन नहीं पड़ती थी, किन्तु कभी कभी पृष्ठ-निर्माण (रोड सर्फेसिंग) में बड़ी असफलता होती, जिससे ठीकेदारों को भारी हानि उठानी पड़ती। अन्ततोगत्वा इस प्रकार की समस्याओं को हल करने के लिए विज्ञान की सहायता की आवश्यकता हुई जिससे ऐसी असफलता के ठीक ठीक कारणों का अनुशीलन करके उसके निवारण के मार्ग निकाले जा सकें। इस पर भी पहले तो अनुभव का ही आश्रय लेना पड़ा और जब एक तरीका ठीक न जान पड़ता तो दूसरा इस्तेमाल किया जाता। इस प्रकार की परीक्षाओं के लिए विशिष्ट क्षेत्र बनाये गये और सावधानी से उनका निरीक्षण किया गया। रसायनज्ञों ने कुछ ऐसे भौतिक परीक्षण निकाले जिनकी सहायता से उपयुक्त और अनुपयुक्त सामग्रियों की जाँच की जाने लगी। इन गुणों के समन्वित अनुशीलन से यह ज्ञान हुआ कि उपयुक्त अमफलताएँ अति कठोर बिटुमेन का अनुपात कम होने अथवा बारीक पूरक की कमी के कारण होती थी। प्रयोगशालाओं में किये गये नियन्त्रण एवं परीक्षण से ऐसे मर्ताय-जनक मिश्रणों का निर्माण संभव हुआ जिनके टिकाऊपन की समवित प्रत्याभूति दी जा सकती थी। १९३९ के पूर्व किये गये प्रयत्नों के फलस्वरूप ही ऐसे ऐसे रासमार्ग बनाये जा सके जिन पर अत्यधिक औद्योगिक यातायात सफलतापूर्वक जारी रहा, फिर भी बहुत समय तक उनकी भरभराट की भी कोई आवश्यकता नहीं पड़ी।

अति तीव्र गति से चलनेवाली मोटर-गाड़ियों के प्रचलन से ऐसी सड़को की आवश्यकता हुई जिनकी सतहें अधिक फिसलने वाली न हों। इसके लिए रोलिंग ग्रैनाइट की बिटुमेन-लगी कबड़ियों को सड़क बनाते समय उनकी सतह पर बिछा दिया जाने लगा।

आजकल ऐस्फाल्टिक बिटुमेन इस्तेमाल करनेवाला सबसे बड़ा उद्योग बनानेवाले नम्बे (पेंट) का है। एतदर्थ पेंटिक तन्तु बनाने के लिए ऐसे धातुओं का प्रयोग किया जाता है जिनमें जट और मैंगनीस तन्तुओं के साथ ऊन, बपाग तथा

लिनेन का अनुपात अधिक हो। इन्हीं से कागज बनानेवाली मशीनों पर तन्तु आधार (फाइबर वेस) बनाये जाते हैं। इन्हें पहले मुद्दु बिटुमेन से संपृक्त करके उन पर कठोर बिटुमेन का आवरण चढ़ा दिया जाता है। परिष्कृत बिटुमेन में हवा फूँककर ही कठोर बिटुमेन बनाया जाता है। इस क्रिया से इसके गुणों में काफी परिवर्तन हो जाता है। इससे बिटुमेन का आंशिक आक्सीकरण हो जाता है और उसका द्रवणांक बढ़ जाता है। कहीं कहीं प्रयोग किये जानेवाले नमूने के बिटुमेन की श्रेणी उस देश के जलवायु पर निर्भर करती है। इसके निर्माण में कुछ हेरफेर करके प्रायः किमी भी जलवायु के उपयुक्त नमूदा बनाना अब सम्भव हो गया है।

युद्धकाल में कारखानों के बनाने के लिए छतवाले नमूने की अत्यधिक मांग हुई। साथ ही छत से आनेवाले प्रकाश को रोकने तथा बम गिरने में होनेवाली क्षति की मरम्मत के लिए इन नमूनों को टाट जयबा बोरे से और मजबूत बनाना पड़ा।

आगे चलकर बिटुमिनीजृत टाट भी बनने लगा। हवाई अड्डों पर विमानों के उतरने के लिए पट्टियों के बनाने के लिए इस तरह का लाखों गज टाट प्रयुक्त किया गया। विजली के उत्तम इन्मुलेटर के रूप में भी बिटुमेन का व्यापक प्रयोग होता है।

धानु वस्तुओं के आरक्षण एवं जलरोधन प्रयोजनों के लिए प्रयुक्त होनेवाले रगलेप तथा प्लास्टिक यौगिकों के बनाने के लिए यही बिटुमेन पैटिक-पदार्थ का काम करता है। इसके अलावा अनेक अन्य औद्योगिक विधाओं में इसका व्यापक प्रयोग होता है।

गत २५ वर्षों में बिटुमेन के उत्पादन में तथा सड़क एवं भवन-निर्माण तथा अन्य प्रयोजनों के लिए ऐम्फाल्टिक सामग्रियों के विकास में विज्ञान ने अद्भुत योगदान दिया है। एतदर्थ अनेक उद्योगों में विज्ञानकर्मी तत्परता से लगे हुए हैं।

### ग्रंथ-सूची

- ABRAHAM, H. *Asphalts and Allied Substances* D Van Nostrand Co., Inc
- BROOME, D C *Testing of Bituminous Mixtures* Edward Arnold & Co
- SPIELMANN, P E *Bituminous Substances.* Ernest Bern, Ltd



## भूतिका उद्योग

### मिट्टी के वर्तन, पोर्सिलेन तथा पत्थर पात्र

हेरी डब्लू० वेव, टी० एस-सी० (वर्ग०), एम० आई० केम० ई०, एफ० आर० आई० सी०

अंग्रेजी का 'मिराफिक' शब्द बड़ा व्यापक है क्योंकि इसके द्वारा मिट्टी से बनी समस्त प्रकार की वस्तुओं के अलावा अनेक दूसरी तरह के पदार्थों का भी बोध होता है। अतः इस विषय के प्रतिपादन के लिए इसके निम्नलिखित विभाग किये जाते हैं—(१) काच, (२) भवन-निर्माण सामग्री, (३) ऊष्मसह पदार्थ, तथा (४) मिट्टी के वर्तन। इस विभाग में मिट्टी के वर्तन, पोर्सिलेन तथा पत्थर के वर्तनों की चर्चा की जायगी।

साधारण मनुष्य के लिए ऊपर लिखे वर्तनों के सूक्ष्म भेदों को समझना बड़ा कठिन है, क्योंकि कभी कभी तो सिरामिस्ट लोग स्वयं ही उनकी परिभाषाओं पर एकमत नहीं होते। आम तौर पर सिरामिस्ट लोग ऐसे पात्रों का वर्गीकरण रंग, काचीयता (विट्रिफिकेशन), पारभासकता (ट्रान्सलुसेन्सी) एवं निबन्ध (बनावट, कॉम्पोजीशन) इत्यादि जैसे गुणों के आधार पर करते हैं। उदाहरणार्थ साधारण मनुष्य के लिए 'पोर्सिलेन' शब्द से चाय एवं भोजों में इस्तेमाल होनेवाले खेत, पारभासक तथा काचीय पात्रों अथवा फूलदानों का भान होता है। किन्तु प्रयोगशालाओं के लिए बना पोर्सिलेन यद्यपि घरेलू पोर्सिलेन की ही तरह होता है लेकिन उनके बनाने में तापसहन, मजबूती एवं अम्ल और क्षाररोधी काचिका (ग्लेज़) के गुण उत्पन्न करने का विशेष ध्यान रखा जाता है। बिजली के काम में इस्तेमाल किये जानेवाले पोर्सिलेन में ताप-सहन और मजबूती के अलावा उत्तम इन्सुलेटर के गुणों की अपेक्षा की जाती है। इन गुणों के लिए उसकी बनावट में थोड़ा अन्तर किया जाता है और साथ ही तनिक रन्ध्रिता भी रखी जाती है। बिजली उद्योग में प्रयुक्त होनेवाले पोर्सिलेन के विविध प्रकार के निबन्ध होते हैं और उनके लिए विभिन्न प्रकार के पदार्थ इस्तेमाल किये जाते हैं। चाय तथा भोज के लिए इस्तेमाल होनेवाले सर्वोत्तम श्रेणी के पात्रों को 'बोन चाइना' कहते हैं, क्योंकि इनके निर्माण में गिमी हार्ड तथा निम्नज (कॅन्साइड) अम्ल (बोन) का प्रयोग होता है। यद्यपि पारभासकता, काचीयता और मजबूती में यह पोर्सिलेन की तरह होता है किन्तु उसका निबन्ध बहुत भिन्न होता है। पत्थर-पात्रों में काचीयता तो अवश्य होती है किन्तु पारभासकता नहीं होती।

पहले केवल प्राकृतिक मिट्टी में बने पात्रों को ही पत्थर-पात्र (स्टोन वेयर) कहा जाता था तथा उनसे चटनी-अचार रखने के पात्रों तथा गरम पानी की बोतलों का ही भान होता था। कालान्तर में पिण्डोल मिट्टी तथा चीनी मिट्टी को फिल्ट्र एंव कॉर्निश-पत्थर के माप मिलाकर ऐसे पात्र बनाये जाने लगे, जिनसे केवल एक प्रकार की मिट्टी से बने पात्रों की तुलना में उनकी बनावट और रंग इत्यादि कहीं अधिक सुन्दर होने लगा। इसी लिए कुछ समय तक इनको 'ललित पत्थर-पात्र' कहा जाने लगा, जिनमें वेजउड, डाउन्टन तथा स्पोंड जैसे निर्माताओं द्वारा निर्मित सुन्दर-सुन्दर वस्तुएँ उल्लेखनीय हैं। रामायनिक पत्थर-पात्रों के विकास से उनके निबन्ध में ऐसे मशोदन किये जा सके कि उनमें मजबूती, तापसहनता तथा भार-अभ्य-सहनता के वांछित गुणों का समावेश करना सहज हो गया।

मृत्तिका-पात्र (पॉटरी) में साधारणतया रंघों तथा अपारभासक (नॉन-ट्रान्सलु-सेण्ट) मिट्टी के वर्तनों का बोध होता है किन्तु कुम्भकार (पॉटर) स्वयं इस प्रकार की सीमाओं को नहीं मानता। मिट्टी के वर्तन बहुधा पिण्डोल मिट्टी (वाल-क्ले), चीनी मिट्टी, फिल्ट्र तथा पत्थर से ही बनते हैं। इनके विभिन्न अनुपातों के प्रयोग से चाय और भोज के पात्र, मजाबट के पात्र, स्वच्छता (सॅनिटरी) पात्र, दीवारों में तथा चूल्हों में लगानेवाले टाइल इत्यादि बनाये जाते हैं। इनके निबन्ध तथा तापन में तनिक बदल-बदल करने से 'ललित पत्थर-पात्र' एंव लघु-नमाव (लो टेम्सन्) वाले इन्सुलेटर भी बनाये जा सकते हैं। लाल-पात्र (रेड वेयर) प्रायः सरलध (पोरस) होने हैं और प्राकृतिक मिट्टी से बनाये जाते हैं, संभवतः उसमें थोड़ी फिल्ट्र मिला दी जाती है।

इस संक्षिप्त विवरण से सिरामिक (मृत्तिका-उद्योग) के प्रस्तुत विभाग की वस्तुओं के निबन्ध एंव उपचार की जटिलता का थोड़ा आभास तो अवश्य मिला होगा किन्तु हम अन्य स्थान में इसका विस्तृत विवरण और इस उद्योग के वैज्ञानिक विकास की पूरी कथा लिखना निरान्त असंभव है।

बहुत समय तक चाय, भोज और मजाबट के पात्रों की निर्माण-विधा बड़ी गोपनीय मानी जाती थी। यद्यपि कुछ हद तक यह प्रवृत्ति अब भी विद्यमान है किन्तु अब से यह रामायनिक उद्योग की एक शाखा बन गयी है तब से यह बात उतनी प्रत्यक्ष नहीं रह गयी। पेटेण्टों द्वारा यथेष्ट सुरक्षा प्राप्त करने की कठिनाइयाँ ही उपर्युक्त प्रवृत्ति का मुख्य कारण रही है।

इस उद्योग की कुछ दिशाओं में असाधारण विकास हुआ है और यह विकास धीरे-धीरे एंव दृष्टिमानि में किये गये सहस्रों प्रयोगों के अवलोकनों का ही फल है। जोसिया वेजउड इंग्लैंड के प्रथम वैज्ञानिक कुम्भकार कहे जाते हैं। परम सावधानी से प्रयोग

करना, बड़े धैर्य से उनका अवलोकन करना तथा बुद्धिमानी से उसका निष्कर्ष निकालना वैज्ञानिक के अत्यावश्यक गुण हैं और इस अर्थ में वेजउड अवश्य ही एक वैज्ञानिक थे। किन्तु शुद्ध विज्ञान की सकुचित परिभाषा में तो उनके वैज्ञानिक कार्यों में केवल ऊष्मा-कार्यों के मापन की रीतियाँ ही गिनी जा सकेंगी। इस दृष्टि से तो हेरमैन सेजर सर्वप्रथम प्रशिक्षित वैज्ञानिक थे जिन्होंने सिरामिक के वैज्ञानिक विकास में योगदान किया था। उनके कार्य अत्यन्त महत्वपूर्ण थे क्योंकि उनमें व्यावहारिक दृष्टि की बड़ी प्रधानता थी, तथा उनके प्रकाशन बड़े सरल थे; इसमें औद्योगिक क्षेत्र में उन्हें समझने तथा व्यवहार में लाने में बड़ी सुविधा हुई। कुछ घातों में सेजर की रीतियाँ एवं उनके दृष्टिकोण लुगे के समान थे। उन्होंने सिरामिक मशग्री अपना काम १८९९ तक नहीं प्रारम्भ किया था, किन्तु १८७६ में जब उन्होंने अपने सहयोगी एरॉन के साथ 'घॉन-इण्डस्ट्री आईटूग' का मूत्रपात किया तब उन्हें इसकी स्थिति मिली कि बर्लिन की 'रायल पोर्सिलेन फैक्टरी' में 'केमिकल टेक्निकल एक्सपेरिमेंट स्टेशन' की स्थापना करके सेजर को १८७८ में उसका प्रथम सचालक नियुक्त किया गया। उनके सर्वाधिक महत्वपूर्ण काम का निश्चय करना तो बड़ा कठिन है, किन्तु शायद मिट्टी के विस्लेपण का विकास करना तथा उसी के आधार पर सिरामिक वस्तुओं का निबन्ध (बनावट) निर्धारित करना उनका मुख्य योगदान है। इसी मुक्तिपुक्त प्रविधि के कारण पुराने जापानी प्रकार के पोर्सिलेन को बड़ी सरलता से बना लेना संभव हुआ। विरोध रूप से इस रीति के प्रयोग से सिरामिक पात्रों का उत्पादन बड़ा मुनिम्बित हो गया तथा उनके लिए प्रयुक्त होनेवाले बन्ने पदार्थों की समस्या में भी वृद्धि हुई। काँचिकाओं का भी उसी प्रकार उपचार किया गया। १८८६ में उन्होंने उत्तापमापी (पाइरोमेट्रिक) कोनों का विकास किया, जो उनके नाम से प्रसिद्ध है। इस प्रकार सिरामिक अनुसन्धान को बड़ी स्फूर्ति मिली और १९०० के लगभग 'इंग्लिश मिगामिक सोसायटी' तथा 'अमेरिकन मिगामिक सोसायटी' की स्थापना हुई, विलियम जैकमन तथा एडवर्ड आर्टिन जैसा इन समस्याओं के मेमबरेरी थे। ठीक इसी समय इस्ट्रेण्ट के इस उद्योग में जे० इट्टू० मेकर, ए०० आर० ए०० भी संवद्ध हो गये तथा प्रायः सभी शाखाओं में रुचि लेने लगे। यही नहीं, बल्कि इसी समय लगभग सभी देशों में ऐसे गुणोपय वैज्ञानिकों का आधिर्भाव आ, जिनके काम सिरामिक की किसी न किसी शाखा से संबंधित थे। अच्छे मापक वा वैज्ञानिक नियंत्रण इस उद्योग का कदाचिन् सक्ने बड़ा वैज्ञानिक विराग था। किसी प्रकार की सिरामिक वस्तु के बनाने में उसके मसूटको का प्रवण (फ्यूजन) एक अपूर्ण प्रतिप्रिया होनी है, और ज्यों ही पात्रविरोध में वांछित गुण आ जायें त्यों

ही उस प्रतिक्रिया को रोक देना चाहिए। इसलिए पदार्थ के कणों के आकार एवं उसकी तल-नक्रियता जैसे उसके भौतिक गुणों का सर्वाधिक महत्त्व होता है। गत बीस वर्षों में इन बातों पर नियंत्रण करने में बड़ी तीव्र प्रगति की गयी है। मिट्टी पर ऊष्मोपचार की क्रिया को पूरी तरह समझने का विशेष प्रयत्न किया गया है तथा मुष्टप्रता, मिफुडन, तनाव-सामर्थ्य इत्यादि जैसे मिट्टी के महत्त्वपूर्ण भौतिक गुणों का बड़ी मावधानी से अनुशीलन किया गया है। सुनिश्चित नियंत्रण में विविध प्रकार की सिरामिक वस्तुओं के उत्पादन में भी बड़ी उन्नति की जा सकी है। पुरानी कुम्भकला की सुन्दरता के प्रशंसक कभी कभी यह भूल जाते हैं कि सैकड़ों वर्ष पूर्व जब वैज्ञानिक ज्ञान का कोई नामांनिधान न था तब रूढ़ि और बेकार माल को छोटने में कितनी हानि होनी थी। कुल उत्पादन का प्रायः आधा भाग इसी प्रकार नष्ट हो जाता था क्योंकि वस्तु के उत्पादन में कोई वैज्ञानिक निश्चितता तो थी नहीं। और अब तो ऐसे उत्पादन में एक आव प्रतियोग में अधिक हानि नहीं होती जब कि पहले की तुलना में उत्पादन वहीं अधिक बड़े पैमाने पर होने लगा है।

यद्यपि इस युग में विशाल पैमाने पर उत्पादन पर अधिक जोर दिया जाता है और उसका उत्तम विकास भी किया गया, फिर भी आधुनिक सिरामिस्ट लोग प्राचीन चीनी और जापानी कुम्भकारों की ललित कला की उसी रूप अथवा उससे भी सुन्दर रूप में प्रस्तुत करने में लगे रहे तथा नये नये रंग, अलंकार एवं शोभनीय वस्तुओं के उत्पादन में सफल हुए हैं। सिरामिक वस्तुओं के अग्नि-तापन में भी नान्ति-कारी विकास किया गया है। कोयला और लकड़ी जलाकर पुरानी सविराम (इन्टरमिटेण्ट) भट्टियों के स्थान पर आजकल इस उद्योग में अविराम चलनेवाली सुरग-भट्टियाँ प्रचलित हैं, जिनमें प्रोड्यूसर गैस ईंधन का काम देती है अथवा बिजली से काम लिया जाता है। इस रीति में गति, सुन्यता एवं नियंत्रण बढ गये हैं और अब ऐसे पात्र बड़ी सरलता से बनाये जा सकते हैं, जो अग्नि-तापन की पुरानी रीति से उत्पन्न नहीं किये जा सकते थे, कम से कम वाणिज्यिक पैमाने पर तो नहीं ही बनाये जा सकते थे। आज की इस रीति में धुआँ में छुटकारा मिल जाना कुछ कम उन्नति नहीं है। रासायनिक पत्थर-मात्रों में भी बड़ी उन्नति हुई है, उनकी मजबूती कई गुनी बढ गयी है, साथ ही साथ उष्ममहता तथा चालकता (कॉण्डक्टिविटी) रोध भी बढाये जा सके हैं। बिजली के काम में प्रयुक्त होनेवाले तथा अन्य प्रकार के पॉर्सिलेन में तो इतनी उन्नति हुई है कि इस लेख में उस सबका उल्लेख करना नितान्त असंभव है। विशेष आवश्यकताओं के लिए विभिन्न प्रकार के पॉर्सिलेन बनाये जा सके हैं। उदाहरणार्थ स्फुल्लग (स्पाकिंग) प्लगों से लेकर बेलारवाले घटकों के

लिए लघु हानिवाली वस्तुओं का निर्माण संभव हो गया है। यदि स्थानाभाव न होता तो विभिन्न देशों के कम से कम उन वैज्ञानिकों की चर्चा की जाती जिन्होंने इस उद्योग के विकास में योगदान किया है। उस द्रुत गति का अनुमान भी प्रायः कठिन हो जाता है, जिससे इस उद्योग की कुछ विशिष्ट शाखाओं का विकास हुआ है। उदाहरण के लिए लौह-एनामल उद्योग उल्लेखनीय है। यह परिवर्तन पहले तो कुछ बड़ी धीमी गति से चला किन्तु पिछले १०—१५ वर्षों में यह ऐसी त्वरित गति से घटित हुआ है कि उसका ठीक-ठीक अनुमान लगाना भी कठिन जान पड़ता है। वर्तमान समय में प्रायः सभी देशों में सिरामिक सबन्धी अनुसन्धान कार्य तेजी से हो रहा है। आजकल १०० से भी ऊपर सिरामिक-संबन्धी पत्र-पत्रिकाएँ प्रकाशित हो रही हैं। सभी देशों में इस विषय के शिक्षण-प्रशिक्षण देनेवाले ऊँचे विद्यालय तथा महाविद्यालय विद्यमान हैं। इन संस्थाओं में नवीन ज्ञान की सतत धारा प्रवाहित होती रहती है।

इस उद्योग में लगे कर्मियों के स्वास्थ्य को प्रभावित करनेवाली विविध परिस्थितियों में भी काफी उन्नति हुई है। पहले सीस विषाघन (लेड वायजनिंग) बड़ी साधारण घटना थी किन्तु अब कारखानों की परिस्थितियों के सुधार एवं काचिकाओं (ग्लेज़) में संशोधन करके इस भयंकर दशा का प्रायः पूर्ण निवारण किया जा सका है। सिलिकोसिस पर भी बड़ा अन्वेषण हुआ है और अब प्रबल आशा है कि इसका भी पूर्ण निवारण किया जा सकेगा। यह कुछ कम सतोष की बात नहीं है कि इस उद्योग में वैज्ञानिक योगदान के प्रति कृतज्ञता की भावना उत्पन्न हुई है और उससे पूरा लाभ उठाने का भी पर्याप्त प्रयत्न हुआ है। हाल में ही मिलिकेटो की संरचना का विशेष अनुशीलन किया गया है, इसमें ग्रेग के एक्स-रे कार्यों का विशिष्ट योगदान है। और अब अभ्रक (माइका) सदृश वस्तुओं का संश्लेषण प्रयोगशाला-पैमाने पर संभव हो गया है। विज्ञान ने अपेक्षाकृत बड़े कम समय में ही सिरामिक उद्योग को अतिधन (लेंवोरिअस) एवं सीमित कच्चे मालोवाले प्रमहीन तथा अनिश्चित काम से बदलकर एक द्रुतगामी, सुनिश्चित एवं अधिक उत्पादन का स्वरूप प्रदान किया है, जिससे अब प्रायः किसी भी प्रकार की वस्तु सरलता एवं निश्चितता से उत्पन्न की जा सकती है तथा उसके बनाने के लिए अनेक नये प्रकार के कच्चे पदार्थों का उपयोग किया जा सकता है।

कुछ वर्षों से इस उद्योग सबन्धी अनुसन्धान योजनाएँ 'डिपार्टमेंट ऑफ साइंटिफिक ऐण्ड इण्डस्ट्रियल रिसर्च' के तत्वावधान में सहकारी रूप से सम्पन्न हो रही हैं। इस योजना के अनुसार प्रति वर्ष लगभग ३०,००० पौण्ड खर्च हो रहा है और

अभी तो यह केवल प्रारम्भिक क्रम है। वैज्ञानिक अनुसन्धान के गहन प्रयोग से इस उद्योग में अत्यधिक महत्वपूर्ण विकास होगा, इसकी प्रबल आशा है।

### ग्रन्थ-सूची

- BOURRY, E *Treatise on the Ceramic Industries* Scott, Greenwood and Son  
 BURTON, W. *English Earthenware and Stoneware*. Cassell & Co., Ltd *Porcelain* Cassell & Co., Ltd  
 CARTER, C *Wall and Floor Tiling* Caxton Publishing Co., Ltd.  
 HECHT, H *Lehrbuch der Keramik* Urban & Schwarzenburg  
 RIES, H *Clays* John Wiley & Sons, Inc  
 SEGER, H. A *Collected Writings* Chemical Publishing Co  
 SINGER, F *Steinzeug* Vieweg u Sohn  
 SOLON, M L *History of Old English Porcelain* Bemrose & Sons, Ltd

### काच

एस० इग्लिस, डी० एम-सी० (गेफील्ड), एफ० बार०  
 आई० सी०, एफ० इन्स्ट० पी०

एक कथानक के अनुसार किमी फोनीसियन नाविक को, जिसका जहाज तूफान में टूट फूट गया था, काच (ग्लास) का अधानक पता लगा था। चरहे यह बात सच हो या न हो, इतना तो निश्चित है कि पहले अमीरियनों ने और उनके बाद मित्रियों ने विविध प्रकार के रंगीन काच बनाये थे। किन्तु रोमनों के पूर्व बोलो तथा फूल-दानों के रूप में फूँककर बनायी गयी काच की वस्तुओं का पता न था। आगे चल कर ७० ई० में पाम्पियाई में इनकी ऐसी प्रचुरता हुई मानो इनका विकास दो तीन सताब्दी पूर्व हो चुका हो। काचनिर्माण कला का ज्ञान रोम से यूरोप के शेष भाग में फैला किन्तु इस कला का सर्वाधिक विकास वेनिस में हुआ जहाँ मध्यकालीन युग में यह उत्तमता के ऊँचे शिखर पर पहुँच गयी थी। किन्तु इस काल तक काच बनाना केवल एक कला के रूप में प्रचलित रहा। १५वीं सताब्दी के बाद यूरोप के लोगों की खगोल

विद्यासंबन्धी जिज्ञासा बड़ी और इसके अनुशीलन के लिए अधिक उन्नत लेन्सों की आवश्यकता हुई, जिससे लेन्स निर्माण को काफ़ी प्रेरणा मिली और अच्छे लेन्स बनने लगे। सर्वप्रथम १६१० (गैलीलियो) और १६११ (केलर) में दूरबीन बना और उनमें साधारण लेन्सों का प्रयोग किया गया, किन्तु उनमें गोलीय विपथन (स्फेरिकल ऐबरेशन) नामक दोष था। न्यूटन का विचार था कि वर्तनाय (रिफ्रेक्टिंग) तत्वों से दूरबीनों में देखे जानेवाले प्रतिबिम्बों के चारों ओर रंगीन धारियों का बनना प्रायः अनिवार्य था। किन्तु डोलॉण्ड (१७५८) द्वारा बनाये गये संयुक्त लेन्सों के प्रयोग से रंगीन धारियों में बड़ी कमी हो गयी और इससे आधुनिक संयुक्त एब अवर्णक (ऐक्रोमैटिक) लेन्सों के बनाने की दिशा मिली।

१९वीं शताब्दी में फौनहोफर, फ़ैरेडे, हराकोर्ट, स्टोक्स, ऐंवे, स्काट इत्यादि जैसे अनेक वैज्ञानिकों ने काचसंबन्धी अनुसन्धान एवं उसके निर्माण के विकास में महान् योगदान किया, फिर भी रोजेनहेन ने १९१५ में प्रकाशित 'ग्लास मैनुफैक्चर' नामक अपनी पुस्तक के आमुख में लिखा था कि "वैज्ञानिक दृष्टि से काच निर्माण-क्षेत्र का अधिकांश भाग 'टेरा इन्कॉग्निटा' अर्थात् 'अज्ञात-भूदा' है।"

उस समय से काचनिर्माण विज्ञान में बड़ी असाधारण प्रगति हुई है, फिर भी उसमें अभी बहुत बड़े क्षेत्र अनाविष्कृत पड़े हुए हैं। डब्लू० ए० सेनस्टोन का शुद्ध सिलिकाद्रावण-संबन्धी काम सुविख्यात है क्योंकि उसी पर स्वच्छ एवं अपारदर्शी सिलिका बनाने का उद्योग आधारित है। इसी प्रकार सर हरबर्ट जैक्सन का काम भी बड़ा महत्वपूर्ण है, उन्होंने प्रथम महायुद्ध काल (१९१४—१८) में रासायनिक काचपात्र उद्योग का सूत्रपात करने में महान् योगदान किया था। वर्तमान समय में शेफील्ड विश्वविद्यालय के ग्लास टेक्नॉलोजी विभाग के प्रोफेसर डब्लू० ई० एस० टर्नर तथा उनके सहयोगियों के नाम उल्लेखनीय हैं। ग्लास टेक्नॉलोजी का यह स्कूल १९१५ में प्रारम्भ हुआ था और विश्वविद्यालय स्तर की यह प्रथम संस्था थी जिसमें संपूर्ण रूप से काच प्रौद्योगिकी (टेक्नॉलोजी) एवं उसके आनुपणिक विषयों संबन्धी शिक्षण एवं अनुसन्धान शुरू किया गया था। इसके बाद चेको-स्लो-वाकिया, जर्मनी तथा मयुक्त राज्य अमेरिका में भी ऐसी संस्थाएँ खोली गयीं। अन्य देशों में काचसंबन्धी शिक्षण तथा अनुसन्धान की सुविधाएँ प्रस्तुत की गयीं किन्तु वे छोटे पैमाने पर थीं। काचनिर्माण विज्ञान में लोगों की इस बढ़ती हुई रूचि के परिणामस्वरूप अनेक टेक्निकल सोसायटियाँ बनीं। सर्वप्रथम १९१६ में इंग्लैंड में 'सोमायटी ऑफ ग्लास टेक्नॉलोजी' की स्थापना की गयी। तत्पश्चात् १९१८ में 'अमेरिकन मिनामिक सोसायटी' का काचविभाग (ग्लास डिविज़न) खुला और १९२२

में 'इवायशे-ग्लास टेक्निशे जेसेल्पापट' स्थापित किया गया। इन शिक्षण एवं अनुसन्धान संस्थाओं और टेक्निकल सोसायटियों में रसायनज्ञों, भौतिकीविदों, इंजीनियरों तथा टेक्नॉलोजिस्टों ने इस विज्ञान और प्रौद्योगिकी के सर्वमुखी विकास में ऐसे योगदान किये हैं जो एक दूसरे में अन्तर्ग्रथित होकर जटिल सिलिकेट प्रौद्योगिकी के स्पष्टीकरण और उसकी प्रगति में इस प्रकार सहायक हुए हैं मानो किसी एक व्यक्ति ने उनका प्रतिपादन किया हो।

काचनिर्माण-विज्ञान की उन्नति और विकास में रसायनज्ञों द्वारा किये गये योगदान इतने अधिक एवं विशाल हैं कि इस छोटे से लेख में उन सबका विवरण प्रस्तुत करना कठिन ही नहीं असम्भव है। अतः यहाँ केवल कुछ रोचक एवं विशिष्ट विकासों की ही चर्चा की जा रही है।

काच की संरचना (कॉन्स्ट्रक्शन्) सबन्धी अति कठिन किन्तु आकर्षक समस्या को हल करने के लिए पिछले कुछ वर्षों में विशाल काम किये गये हैं और काच में कुछ सुनिश्चित यौगिकों के होने का प्रमाण अवश्य मिला है, लेकिन प्रश्न का अन्तिम उत्तर अभी प्राप्त नहीं हुआ। अतः उस विषय की यहाँ कोई विस्तृत समीक्षा न करके केवल निम्नलिखित तीन विषयों पर प्रकाश डालने का प्रयत्न किया जाता है—(क) रासायनिक टिकाऊपन, (ख) ऊष्मीय सहनशक्ति और (ग) पारदर्शकता।

रासायनिक टिकाऊपन—प्राचीन रोम और मिस्र में बने काच आज भी उत्तम अवस्था में सुरक्षित हैं और १२वीं शताब्दी के बने काच आज भी वड़े-वड़े गिर्जाघरों की छिड़कियों को सुशोभित कर रहे हैं। यही इस बात के प्रमाण है कि ऐसे काच का निर्माण सम्भव है जो यदि पूर्णतया नहीं तो अधिकांशतः वायुमण्डलिक सक्षारण (कोरोषन्) से अप्रभावित रह सकते हैं। इसके विपरीत ऐसे निबन्ध के काच भी बनाये जा सकते हैं जिन पर वायुमण्डलिक आद्रता का सरलता से ही आक्रमण हो सके। प्रायः यह सुविदित है कि सामान्य काच में तीन मुख्य सघटक होते हैं जिन्हें तीन ऑक्साइड (सिलिका, सोडियम ऑक्साइड और कैल्सियम ऑक्साइड) कहा जाता है। संभवतः ये सघटक सोडा और चून के सिलिकेटों के रूप में ही काच में विद्यमान होते हैं, कदाचित् सयुक्त सिलिकेट के रूप में, जिसमें अतिरिक्त सिलिका विद्यमान होता है।

यदि काच में सोडियम सिलिकेट का अनावश्यक रूप में अधिक अनुपात हो तो वह जल में आंशिक रूप में विलेय हो जाता है। मोठे के अधिक अनुपात में काच अपेक्षाकृत निम्न ताप पर गलने लगता है, ऐसा काच चिकना होता है तथा उसके विघटन में बड़ी सुविधा होती है। इसी लिए काचनिर्माताओं में तनिक अधिक सोडा डालने की विशेष प्रेरणा होती थी, जिससे उसके बनाने की क्रिया में आनेवाली कठि-



नाइयो का समापन हो जाता था। १९१० से लेकर १९२० तक यह प्रवृत्ति बड़ी स्पष्ट रही क्योंकि इसी कालावधि में शीशी, बोतल तथा स्तार काच (शीट ग्लास) बनाने के लिए अर्ध स्वचालित तथा पूर्ण स्वचालित यन्त्रों का आविर्भाव होने लगा था। इन मशीनों में हाथ से बनाये जानेवाले काच की अपेक्षा अधिक धीरे-धीरे जमनेवाले काच की आवश्यकता पड़ने लगी। अतः स्वाभाविकतया कैंटिमियम ऑक्साइड की मात्रा कम करके सोडियम ऑक्साइड की मात्रा बढ़ाने की प्रवृत्ति हुई। इस परिवर्तन से मशीनों के उपयुक्त काच तो अवश्य बना लेकिन इससे बनी बोतलें तथा अन्य पदार्थ इतने कम टिकाऊ होने लगे कि इस्तेमाल करने के बाद अथवा यां ही रखे रहने पर उनमें संक्षारण के घब्बे पड़ जाते। रसायनज्ञों ने, विशेषकर शेफील्ड के कार्यकर्ताओं ने, इस समस्या का अनुशीलन किया और काच का टिकाऊपन जाँचने की मुक्ति निकाली तथा विभिन्न प्रयोजनों के लिए उपयुक्त काच के मानक निर्धारित किये, और अन्त में इन्जीनियरों के सहयोग से ऐसे काच का निर्माण किया जो गलकर मशीनों पर सरलता से काम आने के साथ-साथ वायुमण्डलिक संक्षारण में भी बच सके। आगे चलकर ५५०° से लेकर १४००° से० तक काचों की स्थानता (विस्कोसिटी) मापने एवं उनके निबन्ध में क्रमिक परिवर्तनों के उनकी स्थानता पर प्रभावों के अनुशीलन से प्रयोगशाला में ऐसे निबन्ध निर्धारित किये जा सके जो विविध प्रकार की काच-मशीनों के लिए सन्तोषप्रद एवं उपयुक्त सिद्ध हुए।

वेलजियम के फौरकाल्ट ने जगला-काच-मशीनों के लिए बड़ी सुन्दर और सरल पद्धति निकाली। इसमें एक सुस्थिर ऊप्ससह ईंट के नीचे बनी लम्बी नाली में से द्रवित काच को बहाकर बाहर लाये हुए काच को ऊर्ध्वापर दिशा में (वर्टिकली) बल्लण्ड फीने अथवा स्तार के रूप में खींचा जाता है। इस पद्धति के क्रियाकरण के लिए धीरे-धीरे जमनेवाले ऐसे काच की आवश्यकता हुई, जो ऊप्ससह ईंट के चारों ओर अपेक्षाकृत निम्न ताप पर काफी समय तक बना रहे। सोड़े की मात्रा बढ़ाने से तो प्रथम आवश्यकता पूरी हुई किन्तु जैसा ऊपर बताया जा चुका है, ऐसे काच में वायुमण्डलिक संक्षारण होता और वह काचन (ग्लेजिंग) के लिए सर्वथा अनुपयुक्त होता। इस दोष के निवारणार्थ जब सोड़े की मात्रा घटायी गयी तो विकृचरण (डिविट्रीफिकेशन) की कठिनाई उत्पन्न हो गयी, ऊप्ससह ईंट की निचली नाली में पुनर्कलासन होने लगा और जब काच का स्तार खींचा जाता तो उसमें खिंचाव की दिशा में धारियाँ पड़ जातीं। रसायनज्ञों ने बताया कि काच के पैठिक मण्डक के रूप में घृत के साथ-साथ मैग्नीशिया इस्तेमाल करने से वायुमण्डलिक संक्षारण की कठिनाई का निवारण हो सकता है और साथ ही साथ काच शीघ्र जमनेवाला भी न होगा।

इनके अनिश्चित दत्त मुझाव ने विकाचरण का दोष भी काफी हद तक दूर हो गया किन्तु इसका अन्तिम रूप में निवारण तो काच में तनिक अशुद्धिना मिश्रण में हुआ। इस प्रकार लगभग ७२.५%  $\text{SiO}_2$ , १२.५%  $\text{CaO}$ , २.०%  $\text{MeO}$ , १.०%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  तथा १२.५%  $\text{Na}_2\text{O}$  के निबन्धवाले काच में बने स्तारों में उपर्युक्त कोई भी दोष न रहे, वगैरें उनके सींचे जाने के नाश एवं अन्य परिस्थितियों में जबिक व्यक्तिकम न हो।

रामायनिक काचपात्रों संबंधी स्काट और उनके सहयोगियों के काम उल्लेखनीय हैं क्योंकि इन्हीं में सुविख्यात 'जीना' काच का विकास हुआ। सामान्य रामायनिक पात्रों के अलावा जीना काच में दहन (कम्बुश्चन) नालों के लिए विशेष कठोर काच भी बनाये जाने लगे। किन्तु इस प्रकार के काच की विभिष्टियाँ पूरी करना भी उनका कठिन न था जिनका विजली के निरावेन दीपों (टिम्बाजं लैम्प) के भीतरी वेष्टन (एनवेलप) के लिए कुछ बड़े एवं बने काच के गुणा की पूर्ति करना था। उच्च दाब पाण्ड निगवेश दीप का भीतरी वेष्टन भी उनका कठोर होता चाहिए कि ७०० में० ताप के नीचे किसी प्रकार मृदुल न हों मके, और फिर भी उन्हें ऐसा होना चाहिए कि बिना टूटे तथा बिना किसी प्रकार की बदगो के उनमें विद्युत्प्रवाह को ज्वाला की महायत्ना में मगलना में सम्पुष्टि किया जा सके। मोडियम निरावेन दीपों के अन्तर्वेष्टन में क्रियाकरण की परिस्थितियाँ यद्यपि प्रायः वही रहनी हैं किन्तु तापमध्यमी आवश्यकताएँ उनकी बड़ी नहीं होती। लेकिन मशारन की कठिनार्द अत्यधिक बड़ जाती है क्योंकि माधारण मिलिकेट काचों के लिए मोडियम वायु बड़ा मशारक होता है। इसलिए निलिका की लघु मात्रा वाले काच बनाने की आवश्यकता हुई जिनमें इन अनाधारण कठिनाइयों का निवारण हो सके। ऐसे काच का वाणिज्यिक विक्रान बिने बिना बाज के इतनी उच्च कार्यक्षमता वाले विद्युत् निरावेन दीपों का बनाना सम्भव न हुआ होता।

**ऊष्मीय सहनशक्ति**—काच सामान्यतः एक ऐसा संशुभ पदार्थ माना जाता है जिसमें ऊष्मा के प्रति विशेष दुर्बलता अनिश्चित होती है, किन्तु निश्चले कुछ बर्षों में हुए विकासों में अब यह भावना पुगनी मानी जाने लगी है। स्काट और उनके सहयोगियों ने अपने कार्यों से यह प्रदर्शित किया था कि काच में बिना टूटे ताप-प्रवृत्ता (प्रैडिपेण्ट) के सहन की क्षमता उनकी उनावनामर्थ्य (टेंसिल स्ट्रेण्ड), ऊष्मीय चालकता, ऊष्मीय प्रसरण (एक्सपैन्शन), बड़-मुण्डाक (सब्ब माडुलम), घनता तथा विभिष्ट ऊष्मा (स्पेसिफिक हीट) पर निर्भर करती है। इन सभी कारकों में ऊष्मीय प्रसरण सबसे अधिक महत्वपूर्ण है, कुछ तो इसलिए कि औसत की अपेक्षा बहू काफी विन्तु पराम (रेज) में परिवर्तन योग्य है। ऐसा होने ने ऊष्मीय सहनशक्ति

वढाने के लिए काच का ऊष्मीय प्रसरण गुणांक (कोएफिशिएंट ऑफ थर्मल एक्सपैन्शन) कम करने के लिए ही प्रयत्न किया गया है। यह बात मानकर कि काच के प्रत्येक सघटक ऑक्साइड का प्रति १% उसके उष्मीय प्रसरण में निश्चित राशि की वृद्धि करता है, स्काट ने बताया कि यदि किसी काच का निबन्ध और प्रत्येक सघटक के योगदायी कारक ज्ञात हों, तो उसके ऊष्मीय प्रसरण का मान जान लेना सम्भव है। हाल में ही काच के सामान्य सघटकों के कारकों का अधिक सुनिश्चित आधार पर पुनर्निर्धारण किया गया है, और साधारण काच के ०° से १००° से० तक के प्रसरण गुणांक की गणना पर्याप्त सुतथ्यता से की जा सकती है। इन हाल के कामों से यह ज्ञात हुआ है कि जब काच बनाने में बोरिक ऑक्साइड इस्तेमाल किया जाता है तो यह उसका ऋणात्मक प्रसरण खण्ड (एक्सपैन्शन फैक्टर) होता है, किन्तु यह कम उसकी मात्रा के १२% तक रहता है, उसके बाद वह धनात्मक खण्ड हो जाता है। बोरिक ऑक्साइड ही एकमात्र ऐसा सघटक है जो इस प्रकार असंगत व्यवहार करना है। इसी लिए यह ऊष्मावरोधी सभी आधुनिक काचों के बनाने में प्रयुक्त होता है।

उपर्युक्त कार्यों के फलस्वरूप एक और विशेष बात ज्ञात हुई है कि क्षार, विशेष कर सोडियम ऑक्साइड, का प्रसरण खण्ड बड़ा ऊँचा होता है। इसलिए उन सभी काचों में, जिनमें ऊँची ऊष्मीय सहनशक्ति की आवश्यकता होती है, क्षार-सघटकों का अनुपात यथामात्र कम रखा जाता है। सिलिका का, जो अधिकांश काचों का मुख्य सघटक होता है, प्रसरण खण्ड (एक्सपैन्शन फैक्टर) बहुत कम, प्रायः नगण्य होता है, अतः यह तापसह काचों का बड़ा मूल्यवान् सघटक माना जाता है। इन तीनों तथ्यों को भ्रमन्वित करके अमेरिका की 'कार्निग ग्लास कम्पनी' ने १९१५ में एक तापसह (हीट रेजिस्टिंग) काच का निबन्ध निर्धारित किया, जो 'पाइरेक्स' काच के नाम से प्रसिद्ध है। इसमें लगभग ८०% सिलिका, १२% बोरिक ऑक्साइड और केवल ३-४% सोडियम ऑक्साइड होता है, तथा इसका रेखीय प्रसरण-गुणांक (लीनियर कोएफिशिएंट ऑफ एक्सपैन्शन) प्रति डिग्री सेण्टीग्रेड केवल ०.०००००३५ है। इस काच ने एक ऐसा नया मानक उपरिष्ठ किया है जिससे अन्य सभी तापसह काचों की तुलना करनी पड़ेगी। हाल में ही पासाडेना की वेधशाला में बन रही २०० इंच वाली दूरबीन का परावर्तक (रिफ्लेक्टर) बनाने में इसका प्रयोग किया गया है। इस परावर्तक की सुतथ्यता (प्रिसिजन) इतनी ऊँची थीगी की है कि ताप परिवर्तन से होनेवाले विकार से ही यह नष्ट हो जाता है, इसलिए बड़ी जाँच-पड़ताल के बाद इसकी रचना के लिए सामग्री तैयार की गयी। 'पाइरेक्स' के प्रकार का काच इसके लिए चुना गया।

पिछले कुछ वर्षों में एक सर्वथा नवीन प्रकार का तापसह काच तैयार किया गया है, इसे दृढीकृत काच (टफेण्ड ग्लास) कहते हैं। यह 'ग्रिन्स स्पर्ट के ड्राप' तथा 'बट्ट पात्र' (अनब्रेकेबल टम्बल्स) का ही व्यावहारिक प्रयोग है। 'स्पर्ट्स ड्राप' में लाल काच पानी में तथा 'अनब्रेकेबल टम्बल्स' तेल में बुझाया जाता है, किन्तु कठोरकृत काच वायु के धोके से अभिसीतित (चिन्ड) किया जाता है। वायु की मात्रा एवं उसका ताप नियंत्रित रखा जाता है। इस प्रकार स्तार एवं ढलवा काच उनके तापशीतन (एनोलाय) बिन्दु में ऊँचे ताप पर शीघ्रता से ठंडे किये जाते हैं, किन्तु इसकी गति इस प्रकार पूर्वनिर्धारित होती है कि ऊपरी सतह पर एकरूप सपीडन प्रतिबल (कम्प्रेसन स्ट्रेस) उत्पन्न हो, जब कि काचपिण्ड के अन्दर तनाव रहे। काच सपीडन-प्रतिबल का अवरोध होना है अतः उस प्रकार अभिसीतित काच, जिसकी ऊपरी सतह के स्तर सपीडन हो, उस समय तक नहीं टूटते जब तक उनके तल-सपीड का क्लीवन (निराकरण, स्फुटलाइजेशन) नहीं होता अथवा वह तनाव प्रतिबल (टेन्सल स्ट्रेस) द्वारा प्रतिस्थापित नहीं होता। काच को मोड़ने अथवा उसे एक तरफ से ठंडा रखकर दूसरी ओर गरम करने में उपर्युक्त निराकरण किया जा सकता है, किन्तु यह स्पष्ट है कि इस प्रकार के काच को तोड़ने के लिए माधारण काच की अपेक्षा अधिक मोड़ना पड़ेगा अथवा उसके दोतों ओर के ताप में अत्यधिक विभेद करना पड़ेगा। इस कारण से यह दृढ काच, जो पहले केवल अपनी मजबूती के लिए बनाया गया था अब अपनी तापसहता के लिए मुविस्थान है, और चूँकि इसकी निर्माण-प्रविधि में बराबर विकास हो रहा है, इसका मान और उपयोगिता निरन्तर बढ़ती रहेगी।

१९३९ ई० में अमेरिका की 'कानिय ग्लास कंपनी' की 'रिसर्च लैबोरेटरीज' में तापसह काच उत्पादन में एक आश्चर्यजनक विक्रम किया गया। यह एक प्रकार के स्फटिक काच (क्वार्ट्ज ग्लास) से सबन्धित था, जो आज के सुज्ञात द्राविन स्फटिक (फ्यूज क्वार्ट्ज) से मिलता-जुलता है। यद्यपि इनके बनाने की रीति भिन्न है किन्तु उसी की तरह इसका प्रसरण गुणांक अत्यन्त लघु है (लगभग ०.०००००००५ प्रति डिग्री से०)। द्रवित स्फटिक सीधी रीति में बनाया जाता है, अर्थात् उपर्युक्त कणों वाली उत्तम श्रेणी की बालू को ऐसे उच्च ताप तक गरम किया जाता है कि वह मृदु हो जाय या गल जाय। तापन की सीमा बाह्य काच के प्रकार पर निर्भर करती है। उच्च ताप उत्पन्न किये जाने के कारण यह रीति बड़ी छर्चीली होती है तथा यह इसलिए भी कठिन होती है कि स्फटिक सचमुच कभी द्रव नहीं होता अतः बाह्य आकार प्रदान करने में विशेष कठिनाई होती है।

किन्तु नयी रीति में उपर्युक्त कठिनाइयाँ नहीं होती। इसके विकास में शेफील्ड के 'डिपार्टमेंट ऑफ ग्लास टेक्नॉलोजी' में प्रायः १५ वर्ष पूर्व किये गये काम का भी बड़ा योग है। काच के रासायनिक टिकाऊपन तथा अन्य गुणों पर बोरिक ऑक्साइड के प्रभावों का अन्वेषण करते समय यह ज्ञात हुआ कि बोरिक ऑक्साइड की अधिक मात्रा वाले काच पर उबलते हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का सहज आक्रमण होता है और यदि यह उपचार ठीक ढंग से किया जाय तो काच का सब सोडा तथा बोरिक ऑक्साइड अम्ल में विलीन हो जाता है और केवल दृढ़ सिलिका-स्पञ्ज शेष रह जाता है। कार्निंग के कार्यकर्त्ताओं ने तनु अम्ल का प्रयोग करके मोड़ा और बोरिक ऑक्साइड का निस्सारण किया और तब अवशिष्ट सिलिका-स्पञ्ज को लाल ऊष्मा (रेड हीट) तक तप्त करने पर उन्होंने अनुभव किया कि वह सिकुड़कर अपने मूल आकार का केवल दश-तिहाई रह गया तथा एक बड़ा ठोस सिलिका पदार्थ बन गया, जिसके गुण द्रवित स्फटिक से बहुत मिलते-जुलते थे। विचित्रता यह थी कि सिकुड़ने पर भी उस ठोस सिलिका का मूल रूप बना रहा। चूंकि बोरिक ऑक्साइड वाले काच मरलता में गल जाते हैं और चूंकि इसी कारण उन्हें किसी भी जटिल आकार में ढालना आसान होता है, इसलिए इस रीति में अनाश्रित रीति से द्रवित स्फटिक बनाने में उत्पन्न होने वाली दो मुख्य कठिनाइयों का निवारण हो जाता है। अतः जब यह प्रविधि पूरी तरह से सफल हो जायगी तो इससे ऐसा रोचक एवं लाभदायी विकास होगा जिसका मूल कार्य की योजना के समय कोई अनुमान भी न किया गया होगा।

**प्रकाश का परागमन<sup>१</sup> तथा अवशोषण<sup>२</sup>**—काच का सर्वप्रमुख गुण उसकी पारदर्शकता (ट्रान्सपैरेंसी) है, जो कदाचित् इसका सबसे बड़ा आकर्षण भी रहा है। साथ ही साथ इसका रंग और चुनावशील अवशोषण (सेलेक्टिव एब्जॉर्प्शन) भी इसके विशेष गुण हैं। रंगरहित काचों की पारदर्शकता के बारे में शायद यह सोचा जाता है कि पिछले कुछ वर्षों में इसमें कोई विशेष अन्तर नहीं पड़ा है, किन्तु यह विचार सर्वथा ठीक नहीं है। अनुसन्धानों द्वारा यह ज्ञात हो जाने से कि रजक ऑक्साइड काच के अन्दर किस प्रकार प्रवेश करते हैं, प्रकाश-काचों (ऑप्टिकल ग्लास) के बनाने में प्रयुक्त होनेवाले मघटकों की शुद्धता प्रायः विश्वासार्थता सीमा तक पहुँचा दी गयी है। काच गलानेवाले पात्र भी शुद्धतर एवं अधिक सदाचारण-रोधी पदार्थों के बनने लगे हैं, भट्टियों की गर्मी में काच में उत्पन्न होनेवाली अनुद्धता को रोकने

के लिए भी परम सावधानी बगती गयी है, और अन्ततः काच-घानों में भी ऐसी युक्ति लगायी गयी है जिससे ऐसे काच उत्पन्न किये जा सकें जिनका प्रकाश-अवशोषण प्रायः अमाप्य हो। उदाहरणार्थ अब कुछ ऐसे प्रकाश-काच बनने लगे हैं जिनका अवशोषण प्रकाशपथ की लम्बाई के प्रति इंच केवल ०.७ प्रतिशत होता है। शुद्धता की इस उच्च सीमा के कारण वर्णक्रम (स्पेक्ट्रम) के परानीललोहित (अल्ट्रा-वायलेट) तथा अब-रक्त (इन्फ्रारेड) दानो क्षेत्रों में काच की पारदर्शकता स्वतः बढ गयी है। रसायनज्ञों एवं भौतिकीविदों के अनुसन्धानों के फलस्वरूप इन दोनों अदृश्य विकिरणों (इन्विजिबल रेडियेशन) के प्रति काच की पारदर्शकता निर्धारित करनेवाले कारक ज्ञात हो गये हैं और अब ऐसे काच विशेष रूप से बनाये जा सकते हैं जो किसी प्रकार की किरणों का अवशोषण अथवा परागमन (ट्रान्समिट) कर सकें। सर विलियम क्रुक्स ने धूप के चश्मों के लिए ऐसा काच बनाया जिससे भट्ठी के आगे काम करने-वालों की आँखों की रक्षा हो सके, क्योंकि ऐसे कर्मियों की आँखें अरक्षित रहने से उनमें मोतियाबिन्द हो जाया करता था। क्रुक्स ने ऐसे काच में अब-रक्त विकिरणों के अवशोषण गुण का समावेश करना चाहा था, क्योंकि द्रावण-भट्टियों से ऐसे विकिरण यथेष्ट मात्रा में उत्पन्न होते हैं। परानीललोहित विकिरण का अवशोषण तो अबर नष्टत्व की बात थी क्योंकि साधारण द्रावण-भट्टियों से ऐसे विकिरण प्रायः नहीं निकलते। इसके बावजूद क्रुक्स के काचों का वाणिज्यिक महत्त्व उनके परानीललोहित विकिरणों के अवशोषण गुण के कारण ही हुआ।

हाल में ही परानीललोहित परागमन काचों का वाणिज्यिक उत्पादन होने लगा है, यह वैज्ञानिक सफलता का एक नया एवं विशिष्ट चरण है। इन्हें 'विटा' प्रकार के काच कहते हैं। सूर्य के परानीललोहित विकिरण के, जो भूमितल पर केवल २९५ मिलीम्यू तक ही रह जाता है, समुचित परागमन (ट्रान्समिशन) के लिए काचों में ०.०१% से अधिक लौह ऑक्साइड नहीं होना चाहिए, और यह भी यथामात्र फेरस अवस्था में ही हो।

दूसरे प्रकार का एक रक्षिकारक काच 'उड' काच के नाम से प्रसिद्ध है, क्योंकि इसका आविष्कार प्रोफेसर आर० डब्लू० उड ने किया था। यह सारत निकेल ऑक्साइड काच है और इसमें उप-पराानीललोहित के परागमन की शक्ति होती है किन्तु दृश्य विकिरणों के लिए यह सर्वथा अपारदर्शी (ओपेक) होता है। अतः इसमें अदृश्य भक्तव (सिग्नलिंग) किया जा सकता है और यह प्रतिदीप्ति क्रिया (फ्लुओरोसेन्स फिनामीना) के लिए विशेष रूप से उपयोगी है। उच्च दाब पारदर्शक दीपों के बनाने में जो विकास हुआ है उससे 'उड' काच में भी उन्नति हुई, जिसके

फलस्वरूप ऐसे काले दीप बन गये हैं जिनसे परानीललोहित विकिरण इतनी प्रचुर मात्रा में उत्सर्जित होते हैं कि प्रतिदीप्त प्रकाश न केवल संभव ही हुआ बल्कि अत्यन्त आकर्षक हो गया।

वर्णक्रम के दूसरे सिरे की भी बड़ी रोचक कहानी है। साधारण काच के अव-रक्त विकिरण के अवशोषण गुण का भी अन्वेषण किया जाने लगा और इस दिशा में विवास का यही से प्रारम्भ हुआ। इसी के फलस्वरूप ऐसे काच तैयार किये गये जिनमें अवरक्त विकिरण का विशेष अवशोषण होता है, किन्तु वर्णक्रम के दृश्य क्षेत्र का अधिक नहीं। ऐसे काचों का यह गुण भी उनमें लौह ऑक्साइड की थोड़ी मात्रा होने के कारण होता है, यह भी यथासंभव फेरस अवस्था में होना चाहिए। फेरस ऑक्साइड के अधिक अनुपात वाले काच, जिनमें अवरक्त, दृश्य वर्णक्रम तथा परानील-लोहित का अधिक अवशोषण होता है, आजकल भट्टी-कर्मियों तथा एसेटिलीन और चाप (आर्क) संधाताओं (वेल्डर्स) के लिए धूप चश्मा बनाने के काम आते हैं। ये काच आजकल इतनी ऊँची सुतथ्यता के बनने लगे हैं कि उन्हें उनके अवशोषण को निय-त्रित करनेवाली राष्ट्रीय विधिष्टियों के अनुसार तैयार करना कुछ कठिन नहीं है।

परानीललोहित क्षेत्रवाले 'उड' काच की ही तरह अवरक्त क्षेत्र के लिए भी एक काच है जो दृश्य प्रकाश के लिए अपारदर्शी होते हुए भी काफी मात्रा में अवरक्त विकिरण का परागमन करता है। यदि ऐसे काच को बिजली-बत्ती के सामने रखा जाय तो यह 'विद्युद्नेत्र' अथवा 'घोरघण्टी' का काम कर सकता है। इस युक्ति में छानित अतः अदृश्य अवरक्त विकिरण एक गुप्त एवं अवरक्त सुग्राही फोटो-विद्युत सेल पर पड़ता है, जिससे धारा के टूटने से एक योजित्र (रिले) प्रेरित हो उठता है जो घण्टी अथवा किसी अन्य प्रकार के संकेत को क्रियान्वित कर देता है।

अमेरिका के 'कोडक' तथा अमेरिकन ऑप्टिकल कम्पनियों की अनुसन्धान-शालाओं में ऐसे नवीन काचों का आविष्कार हुआ है, जिनमें सिलिका अति न्यून या बिल्कुल नहीं होता तथा जिनमें असाधारण प्रकाशीय गुण होते हैं। सिलिका काचों की अपेक्षा इन काचों के वर्तनांक (रिफ्रेक्टिव इण्डेक्स) ऊँचे तथा बिभ्रण (ट्रिम्प-शन) नीचे होते हैं। यदि इस तथ्य की पुष्टि हो जाय तथा इस काच के अन्य गुण एवं विशेषताएँ सतोपजनक हो तो संयुक्त रेलेंसों तथा वर्तनाय (रिफ्रेक्टिंग) उपकरणों की बनावट में बड़ी उन्नति हो जायगी।

इस लेख के सीमित दायरे में यह दरमाने का प्रयत्न किया गया है कि काच उद्योग में वैज्ञानिकों ने कितना अपार सहयोग किया है जिसके कारण गत कुछ वर्षों में ही उसमें असाधारण उन्नति हुई है। रसायनज्ञों ने न केवल काच-निर्माण की परिस्थितियों

के निर्माण का ही काम किया है, इसलिए उस उद्योग के विज्ञान तथा उपकरणों का विज्ञान में संश्लेष होना चाहिये।

## ग्रन्थ-सूची

- DRALLER-KEPPELER, G. *Die Glasfabrikation* R. Oldenbourg  
HODKIN, H. W., AND COUSEN, A. *Text-Book of Glass Technology*.  
Constable & Co., Ltd.  
HOVESTADT, J. H., EVERETT, J. *Glass and its Scientific and Industrial Applications* Macmillan & Co., Ltd.  
MOREY, G. W. : *Properties of Glass* Chapman & Hall Ltd  
PHILLIPS, C. J. : *Glass—The Miracle Maker* Pitman Publishing Co., N. Y.

## काचीय एनामल

विलियम टाम्पन, एड० आर० आर्ट० मी०

एनामल बनाने की कला अत्यन्त प्राचीन है। कुम्भकर्ता में चीनीयों द्वारा इसके प्रयोग का उल्लेख पहले भी किया जा चुका है। सिविलों तथा द्रुमकों द्वारा भी इनका व्यवहार होना रहा और समय पाकर यह यूनानियों तथा रोमनों की भी कला बन गयी। यहाँ पर हम विशेषकर धातु एनामलेशन की चर्चा करना चाहते हैं जो पहले-पहल पश्चिमी एशिया में आविष्कृत हुआ और ईसाब्द की प्रागैतिक मत्प्राप्ति में यूरोप में पहुँचा। इनका परिचय इन लोगों के लिए बड़ा रोचक है जो इसे एक कला के रूप में देखते हैं। 'बोर्ड ऑफ एड्युकेशन द्वारा प्रकाशित, यूरोप-रचित "चाइनीज आर्ट" नामक ग्रन्थ में इस विषय का सुन्दर वर्णन है। चीनी लोगों के अनुसार इनके आविष्कार का श्रेय कान्स्टैन्टिनोपुल के लोगों को है। चीनियों और बाइजेंटाइन के एनामलकर्ताओं की रीतियों का प्रादुर्भाव होना इस बात की पुष्टि करता है। इस लेख में हम एनामल के बनावट पर पर नज़र डालेंगे। हमें उद्योगिता पर अपने विचार संकेन्द्रित करना चाहते हैं। इन प्रकार के एनामल का उपयोग निम्नलिखित रूप में होता है—बीज अर्थात् शिल्प और घड़ियों के अति सुन्दर बनाना, रेशक (एक्झास्ट) पथों के प्लक (प्लेट्स), मशीनगारों के एवं



एनामन डोगेमिजिक्ट काच का होता है, जिसका द्रवगत नौचा होता है। ठंडा होने पर बहुत पर एनामन बूड ग्लेस या नही वह डोगेमिजिक्ट काच के निवग्र पर निर्भर होता है। निवग्र में अन्तर होने से वायु के संकुचन पर एनामन में दोष आ जाता है जिससे वह उस पर नहीं प्रकाश बना नहीं रह सकता।

चदर के बने सामानों पर नया अर्द्ध विद्या से एनामन किया जाता है। पहले चदर में आवश्यक बहुत बना को जाती है, फिर उसे सग्न कच्चे या गुमागमिजि विद्या-यको (वाय्वेज) में घोड़ा उस पर से चिकनाई साद कर दी जाती है। इसके बाद उसे हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से साँजन कच्चे आक्साइडग्लिज किया जाता है और फिर ठण्ड को भी घोड़ा उन्म में उसे आर विद्यन में घोड़ा जाता है। मन्मन्वात् उसे एनामन वृत्त में डुबोकर अथवा सीरमन विम्लौन में उस पर चूर्ण छिड़क कर प्रथम म्मर बढ़ाना जाता है। उस म्मर को सुखाने के बाद उसे ८० — १०० में ० पर अग्निदल किया जाता है। मट्टों में निम्नने पर उनकी सफ़् काटी एवं धनकदार हो जाती है। ठंडा हो जाने के बाद प्रथम म्मर पर छिड़ककर दूसरा म्मर बढ़ाना जाता है, यह सफ़ेद या गंभीर होता है। इसे भी सुखा कर अग्निदल कर लिया जाता है लेकिन उस बार सफ़ेद काच में ५० — ८०° कम होता है। साधारणतः इन्हीं की म्मरों में सुन्दर सफ़ेद प्राप्त हो जाती है।

एनामन मट्टियों में चदरों को ग्वने के लिए धानी (स्टैन्ड) बना होती है जिसे 'फ्रेट' कहते हैं। ये धानिका विभिन्न वायु की बना होती हैं जो उच्च मात्र पर न तो आक्साइड होती है और न विकसित। यह निकल और अंगिदल के पिघरायु की बनी होती है। प्रथम पिघरितीन दोनों म्मर डोगेमिजिक्ट काच के होते हैं जिनमें ३५०° धानी और काच को निर्दिष्ट ग्वने के लिए ५०० निर्दिष्ट होती है।

ये एनामन सीमग्लिज होते हैं ये अम्ल-मत् अथवा अम्ल-अम्ल-मत् होते हैं जो इनके प्रयोग पर निर्भर करता है। अम्ल-अम्ल-मत् एनामन बनने में आसानी होती है और साथ ही ये अम्ल-मत् एनामन की अंश आधिक सुन्दर होते हैं और दूसरी आसानी से सुटने की नहीं।

चिह्न १० वहाँ में कुछ लोहे के एनामनिकस की अर्द्ध विद्या का विकास किया गया है और यह अब अत्यन्त रूप से व्यवहृत हो रही है। यह भी म्मर एनामन-काच की ही तरह है, अन्तः केवल उन्मा है कि एनामन का द्रवगाक कम होता है तथा प्रथम एनामन उन्मोदन (अप्लिज) द्वारा किया जाता है अम्ल म्मरों में बदलती नहीं।

यैम तथा विजकी के पत्थों (कुचर) में कार्बोनाटी हड्डी तथा आनानी में

विरूपित होनेवाली ढलवाँ वस्तुएँ इस वर्ग में आती हैं, क्योंकि यह विधा केवल उन्हीं कमजोर ढलवाँ चीजों के लिए प्रयुक्त की जाती है, धूलन विधा से उपचारित होने पर जिनका रूप ठीक नहीं बना रह पाता। इसके अलावा इस विधा से कार्य में सीघ्रता भी होती है।

ढलवाँ चीजों पर आर्द्र विधा लागू हो जाने से, उन पर विविध रंगों का प्रयोग करके उनको सजाना भी संभव हो गया है, यह धूलन विधा से संभव न था। स्नार धातु का पुनः अग्नि-तापन तो ठीक है किन्तु ढलवाँ चीजों को पुनः तप्त करना उचित नहीं, जब तक उनको ठंडा होने के तुरन्त बाद ही तप्त न किया जाय। यदि इसमें विलम्ब हो जाय तो उनमें गैसें समा जाती हैं और तब पुनः अग्नि-तप्त करने से उनमें सूक्ष्म छिद्र हो जाते हैं।

इन विधाओं में अवगुण्ठ (मफल) प्रकार की मट्टियाँ इस्तेमाल की जाती हैं और अगर वे कोयले की खानों के निकट स्थित हों तो उनमें प्रोइन्सूर गैस जलायी जाती है। उन क्षेत्रों में जहाँ ठोम ईंधन महंगा पड़ता है वहाँ भी तैल, गैस अथवा बिजली का प्रयोग किया जाता है।

रंगदार एनामल बनाने के लिए विशेष रूप से तैयार किये गये धातवीय ऑक्साइडों का प्रयोग किया जाता है। इन्हें मिट्टी के साथ चक्की में पीस लिया जाता है अथवा वाणिज्यिक ऑक्साइडों को एनामल की धान में गला लिया जाता है।

### ग्रंथ-सूची

- ANDREWS, A. I. *Enamels*. Twin Publishing Co.  
 GRUNWALD, J. *Raw Materials of the Enamel Industry* Charles Griffin & Co., Ltd.  
 — *Technology of Iron Enamelling and Tinning*. Charles Griffin & Co., Ltd.  
 — *Theory and Practice of Enamelling on Iron and Steel* Charles Griffin & Co., Ltd.  
 HANSEN, J. E. *Manual of Porcelain Enamelling* Enamelist Publishing Co.  
 MIERNAGH, L. R. *Enamels, Their Manufacture and Application to Iron and Steel Ware*. Charles Griffin & Co., Ltd.

## अध्याय १८

### परिवहन

जलयान-निर्माण तथा नौ-आंगन, रेलवे, सड़क-परिवहन,

परिवहन, जलयान-निर्माण तथा नौ-आंगन

आर्यर मार्क, ए० एम० आई० मेक० ई०, ए० आर० सी० एस०, ए० आर० एस०  
एस०, एफ० आर० आई० सी०

जलयान-निर्माण भी अति प्राचीन कला है, इसका उल्लेख सहस्रों वर्ष पुराने बाइबिलसम्बन्धी अभिलेखों में मिलता है। अमेरिका के आविष्कार के लिए प्रयुक्त जलयानों के अवशेष अब भी मेसाचुसेट्स के संग्रहालय में विद्यमान हैं। इनका निर्माण कोलम्बस (१४९२) अथवा अमेरिगो वेस्पुक्काई (१४९८) द्वारा पश्चिम की यात्रा को जाने के पाँच या छ सौ वर्ष पूर्व हुआ था।

इण्डोस पहुँचने के लिए कोलम्बस ने जिस पोत का प्रयोग किया था वह २३० टन भारी तथा १२८ फुट लम्बा और २६ फुट चौड़ा था। इसकी तुलना मिलियों द्वारा ३००० ई० पू० बनायी गयी नौका से कीजिए, जो केवल ७० फुट लम्बी और २० फुट चौड़ी थी। ऐसे बड़े पेड़ के समुद्री किनारों पर अब भी देखे जा सकते हैं।

नौ-वहन की समस्याओं को हल करने के लिए रसायनविज्ञान की सहायता अभी हाल में ही ली जाने लगी है, इससे अब नौ-मार्ग में सीमेन्ट और कंकरीट चुनने से लेकर नौदक (प्रोपेलर) और जहाज के पेटे के संक्षारण तक की विभिन्न समस्याओं को हल और तत्संबन्धी अनुसन्धान करना पड़ता है।

अन्य अनेक शिल्पों की भाँति जलयान-निर्माण में अपूर्व परिवर्तन हुए हैं, लकड़ी के स्थान पर लोहे का पेटा बनाना तथा पालो की सहायता के बजाय उसे भाप से चलाना इन परिवर्तनों के कुछ उदाहरण हैं। जलयान संचालन के लिए भाप के स्थान पर डीजेल इंजन का प्रयोग भी होने लगा, किन्तु किसी विशिष्ट सेवा के लिए आवश्यक क्षमता तथा आर्थिक दृष्टि के आधार पर ही इस परिवर्तन का मूल्यांकन किया जा सकता है। जैसे उच्च श्रेणी के तेल इंजन में चलनेवाले डीजेल इंजनों का प्रयोग

छोटे एवं मध्य आकार के सामान और यात्रियों को ले जानेवाले जहाजों में ही किया जाता है, जब कि लम्बी-लम्बी यात्राओं के लिए भाप-टर्बाइनवाले जलयान ही काम आते हैं।

इसमें रसायनविज्ञान के प्रयोग की कहानी का प्रारम्भ गमार् के तेलश्रोतों के संक्षिप्त उल्लेख एवं तेल के निबन्ध तथा भौतिक लक्षणों की चर्चा में किया जा सकता है। एतदर्थ नौ-आंगन (गिपयार्ड) की प्रयोगशाला में ऊष्मीय मान (कैलो-रिफिक वैल्यू) मापने के लिए ऊष्माभापी (कैलरी मीटर) में लेकर स्नेहक तेलों की स्थानता (विस्कोसिटी) मापने के यन्त्र लगे रहने हैं।

जहाज में इंधन तथा स्नेहक (लुब्रिकेशन) की आवश्यकता के पहले ही रसायन विज्ञान का प्रयोग प्रारम्भ हो जाता है, क्योंकि जहाज का पेटा और इंजन तो इलवाँ लोहे में ही बनना है और इनके बनाने के लिए आवश्यक इलवाँ लोहे तथा पिग लोहे के निबन्ध (बनावट) इत्यादि का निर्धारण रसायनज्ञ को ही करना पड़ता है। डीजेल इंजन में लगनेवाले मिलिण्टर और पिस्टन को काफी ऊँचा ताप सहन करना पड़ता है अतः उनके लिए प्रयुक्त होनेवाले पिग-लोहे में थोड़ी मात्रा फास्फोरम की होनी चाहिए। इंजन, मिलिण्टर के अक्षर तथा पिस्टन के बलयों (रिंग) जैसे अन्य भागों को काफी घर्षण-शेघी होना चाहिए। इनके लिए निकेल और त्रौमियम की मिश्र-धातु का प्रयोग हो सकता है तथा आवश्यकता होने पर इसमें सल्फर डालकर इसे कठोर भी किया जा सकता है।

वाष्पित्र (ध्वायलर) तथा पेटे में लगनेवाले इस्पात के पट्टों की बनावट में भी रसायनविज्ञान का महत्वपूर्ण प्रयोग है। जब धातु में अधानवीय तत्वों का वितरण भिन्न होता है तब समुद्री जल में जहाज के पेटों का बड़ी तीव्र गति में संक्षारण होता है, ऐसा विशेषकर कार्बन के अनियमित वितरण के कारण होता है। रंगलेप लगे रहने पर भी पट्ट का वह नाग, जिसमें कार्बन की मात्रा कम होती है, हमारे भागों की अपेक्षा अधिक क्षीघ्रता में विलीन होने लगता है। रंगलेप बहूधा तरंग सिन्दी की तरह होते हैं इसलिए उनमें जल का सर्वथा अपवर्जन नहीं होता। इसी लिए पुराने समय में उस लोहे के बने जहाज, जिसमें अमृदियाँ कम होती थीं तथा धातुमलो का वितरण प्रायः एकरूप होता था, वायुनिक जहाजों की तुलना में अधिक टिकाऊ होते थे। कारण यह है कि वर्तमान इस्पात के पट्टों में अति क्षीघ्र उत्पादन होने से पुन्यकरण (रेफ्रिगेसन) की कठिनाई प्रायः होती है। अतः इस्पात की रासायनिक जाँच इसी समय से प्रारम्भ हो जानी है जब वह मुन्दी चुन्दी-भट्टों में द्रवित अवस्था में रहता है।

क्षार की क्रिया के कारण वाष्पित्रों के पट्टे प्रयोग-काल में ही फट जाते हैं; इस कठिनाई का निवारण करने के लिए बड़ा रासायनिक अनुसन्धान किया गया है। कुछ समय पूर्व ऐसा आविष्कार हुआ कि वाष्पित्र-जल में क्षार की थोड़ी मात्रा रहने से सक्षारण का निवारण होता है किन्तु यदि उममें क्षार की सांद्रता अधिक हो तो वही पट्टों के भजन का कारण हो जाना है। इस सबन्ध में भी अनेक अनुसन्धान हुए हैं। सामान्य विचार है कि आक्रमण उसी स्थान पर होता है जहाँ धातु पर अत्यधिक प्रतिबल दिया गया हो, किन्तु कुछ ऐसे निबन्धवाले इस्पातों को भी क्षार की क्रिया से कुछ ही घण्टों में विफल होते देखा गया है, जिन पर तनिक भी प्रतिबल नहीं था। इससे सिद्ध होता है कि मुख्य बात इस्पात के निबन्ध (कंपोजिशन) को है, न कि 'प्रतिबल' की।

वाष्पित्रों तथा पेटों की सुरक्षा के लिए विद्युत-रसायनविज्ञान का भी पूरा प्रयोग किया गया है। पहले वाष्पित्रों और मयनकों के अन्दर नया वायु गोदकों के पीछे पेटे पर यशद के पट्टे लगाये जाते थे, किन्तु ये वाष्पित्र तथा पेटे के इस्पातपट्टों की अपेक्षा जल्दी सक्षरित हो जाते थे। इसका कारण यह था कि इस्पात की अपेक्षा यशद अधिक विद्युत्-धनात्मक होता है। किन्तु अगर यशदपट्ट प्रायः शुद्ध हो और उनमें पृथक्कृत मीस न हो तो यह रीति अधिक लाभदायी सिद्ध हो सकती है। यशद पट्टों में पृथक्कृत मीस होने से यशद और सीम में एक विद्युदशिक (एलेक्ट्रोलाइटिक) क्रिया प्रारम्भ हो जाती है, जिसके फलस्वरूप यशदपट्ट कुछ ही दिनों में सक्षरित हो जाते हैं। इसी लिए यशदपट्टों को इस प्रकार के पृथक्करण के लिए बड़ी भावधानी से परीक्षा की जाती है।

वाष्पित्र और पेटे का सक्षारण रोकने के लिए विद्युतधारा-रक्षण (प्रोटेक्शन) का भी उपयोग किया गया है। इसके लिए ऋणात्मक वाष्पित्रपट्टिका (शेल) अथवा ऋणात्मक पेटे (हल) के साथ परिपथ (सर्किट) में एक लोहे के धनाग्र (ऐनोड) का प्रयोग किया जाता है। यह विधा प्रभावी तो अवश्य है किन्तु इसका यह दोष है कि वाष्पित्र में फेरिक हाइड्राक्साइड का ऊर्ण अवशेष (फ्लोकुलेण्ट प्रेसिपिटेट) बन जाता है, जिसकी वजह से टर्बाइन इंजनवाले बहाजों में टर्बाइन फलक अवरुद्ध हो जाते हैं।

अलयानों में वाष्पित्र जल को बार-बार इस्तेमाल करना जरूरी होता है जिससे मुख्य टकी अथवा उद्वाष्पक (इवैपोरेटर) में से अत्यधिक पूर्ति न करनी पड़े। इनको

की क्षमता बढ़ाने के लिए उनमें सघनक (कॉण्डेन्सर) लगे रहते हैं, जिनमें भाप के सघनन के लिए समुद्री जल पम्प किया जाता है। सघनक की नलियों के संक्षारण के प्रश्न पर भी काफी अनुसन्धान किया गया है तथा उसके संबन्ध में अनेक सिद्धान्त निर्धारित किये गये हैं। पहले ये नलियाँ पीतल की बनी होती थी, जिसमें से यशद संक्षारित हो जाता था और ताम्र की एक जाली सी बच रहती थी। इससे अल्फा-कला (फेज) के साथ एक विद्युत-युग्म (कपल) तैयार हो जाता जो अल्फा-कला में यशद की हानि का कारण बनता था। सघनक की नलियों की अवस्थिति (पोजीशन) तथा समुद्री जल में वायु की उपस्थिति सद्यः अन्य कारक भी संक्षारण में योग देते हैं। इसके तुलनात्मक महत्त्व को देखते हुए सघनक नलियों के संक्षारण की समस्या पर अत्यधिक वैज्ञानिक अनुसन्धान किया गया है। इस समस्या को हल करने के लिए एक-कला ताम्र-निकेल मिश्रधातु का प्रयोग उत्तम माना गया है। यद्यपि ताम्र-निकेल मिश्रधातु इस्तेमाल करने में प्रारम्भिक पूँजी-लागत थोड़ी अधिक अवश्य पड़ती है किन्तु अधिक टिकाऊ होने के कारण अन्ततोगत्वा महँगी नहीं होती।

नोदको (प्रॉपिलम) के तथाकथित अपक्षरण (इरोजन) के निवारण के लिए भी रसायनविज्ञान का महत्त्वपूर्ण प्रयोग किया गया है। लोगो ने यह अनुभव किया था कि ढलवाँ लोहे के बने नोदक बहुत जल्द नष्ट हो जाते थे जब कि कसिवाले समुद्री जल की क्रिया से अधिक प्रभावित न होने के कारण अधिक दिन चलते थे। चूँकि ताम्र और बग की कास्य मिश्रधातु महँगी होती थी इसी लिए ताम्र और यशद की पीतल मिश्रधातु इस्तेमाल की जाती थी। आगे चलकर इसमें लोहा डालकर उसे और सुदृढ़ किया जाने लगा। इसके लिए पीतल में लौह-मँगनीज मिश्रधातु मिलायी जाती थी। इस प्रकार मँगनीज कोसे के नोदक बनने लगे, जो वस्तुतः पीतल के होते थे, जिनमें लोहा (१%) तथा लेश मात्र मँगनीज केवल कठोरकरण के लिए होता था। टर्बाइन इंजनों द्वारा संचालित उच्च गतिवाले नोदको के प्रचलन के साथ साथ उनकी सतह पर से गुजरने वाले समुद्री जल और वायु की मात्रा भी बहुत बढ़ गयी, फलतः नोदको का संक्षारण पुनः प्रत्यक्ष होने लगा। चूँकि उच्च गतिवाले नोदको से उनके आसपास वाले जल में सोखले कोटर बन जाते हैं, इसलिए यह समझा गया कि इनके एकाएक पिचककर समाप्त होने से अपक्षरण शक्ति उत्पन्न हो जाती है जो नोदक-फलको में छिद्र करके उनका अपक्षारण कर देती है। इस समस्या के अनुशीलन का काम भणितज्ञों को सौंपा गया तथा यह गणना द्वारा सिद्ध किया गया कि जब कोई निर्वात कोटर (वेक्यूम कैविटी) एकाएक पिचकता है तो अत्यधिक शक्ति उत्पन्न हो जाती है। किन्तु उपर्युक्त समस्या पर विचार करते समय यह नहीं

सोचा गया कि नौदक के आसपास निर्वात कोटर जैसा कोई चीज नहीं होती। इन कोटरों में तो पर्याप्त हवा एवं आद्रता भरी रहती है, और यह परिस्थिति अपक्षरण (इरोजन) के नहीं, मक्षारण (कोरोजन) के लिए अति उपयुक्त है।

अपक्षरण सिद्धान्त के अनुसार मंगनीज कांसे को और कठोर बनाया गया, इसके लिए मृदुल अल्फा-कला का निरसन, और यशद की मिलावट तथा कठोरकरण के लिए लोहे के स्थान पर निकेल का प्रयोग किया गया। इस प्रकार एक ऐसी प्रबल मिश्रधातु उत्पन्न की गयी जिसमें केवल एक कला थी और उच्च संक्षरण-रोधी गुण थे।

समुद्री जल अथवा लवण जल-वातावरण में रक्षानीकाओं में भी पीतल का मक्षारण बड़ा महत्वपूर्ण है, क्योंकि उनमें उत्प्लावकता (बुयान्सी) के लिए हलकी पीतल की टकियाँ लगी रहती हैं। निरीक्षणार्थ खोले जाने पर ये टकियाँ फटी मिली। पीतल की चट्टों का मक्षार विदरण (सीजन-क्रैकिंग) हो गया था। इस विषय पर भी बहुत कुछ लिखा गया है और इसके अनेक कारण उपस्थित किये गये हैं। मक्षार विदरण को जाँच करने पर यह अनुमान किया गया कि उनमें दुर्बल तथा अति मक्षारक गामा-कला विद्यमान थी। यद्यपि मक्षार-विदरण का यह मुख्य कारण नहीं माना गया है किन्तु जलयान-निर्माण में इसके महत्व की पूरी जाँच की गयी और गामा-कला की उपस्थिति निश्चित रूप से मान ली गयी। किन्तु इसके स्वीकृत न होने का कारण यह है कि प्रयोगशाला की तापशीतन परिस्थिति में प्रतिष्ठित कला-चित्र (फेज डायग्राम) औद्योगिक परिस्थिति में बड़े पैमाने पर किये गये तापशीतन (ऐनीलिंग) के कला-चित्र से सर्वथा भिन्न होता है।

जलयान-निर्माण में रसायनविज्ञान के प्रयोग की विविधता बड़ी विशाल है, इसके लिए अफ्रीकी नदियों तथा आस्ट्रेलियाई बन्दरगाहों के जलो के विश्लेषण से लेकर सदीय स्वर्ण-पट्टन (ज्वांटिंग) की समस्या के अनुशीलन तथा भट्टियों की गैसों की परीक्षा तक सब कुछ करना पड़ता है। ईंधन का विश्लेषण करके उत्पन्न संतुलन की पूर्ति के लिए अद्व-शक्ति का निर्धारण भी इसकी परिधि के बाहर नहीं है।

## ग्रंथ-सूची

HOLMES, SIR ■ C. V. : *Ancient and Modern Ships.*

LINSEY, W. S. : *History of Merchant Shipping, Ancient and Modern.*

RONCIERE, C. DE. LA . *Historie de la Mprine Francaise.*

## रेलवे

पर्सौ लुइस-डेल, बी० एस-सी०, पी-एच० डी० (लन्दन),

एफ० आर० आई० सी०

रेल द्वारा यात्रियों और सामानों के मुरक्षित, सवेग एव मितव्ययिता से परि-  
वहन में रसायनविज्ञान के योगदानों पर प्रकाश डालना ही इस लेख का उद्देश्य है।  
रेलवे का उपक्रम (अण्डरटैकिंग) इतना विशाल है कि उसके लिए स्वयं अपना इञ्जी-  
नियरी कारखाना, ढलाईघर तथा अन्य धातुकर्मिक (मेटलजिकल) निर्माणियाँ,  
रगलेप एव अन्य छोटे छोटे कारखाने स्थापित करना ही आर्थिक दृष्टि से उचित  
है। मितव्ययिता के लिए तथा भौगोलिक विचार से भाप बनाने और घरेलू कामकाज  
के लिए उसके अपने जल-कल भी होते हैं। रेलवे के अपने गैस कारखाने भी हैं जिनसे  
वे अन्य लोगों को गैस देते हैं। उनके अपने समुद्री विभाग होने हैं और बिजली तैयार  
करने के बड़े-बड़े बिजलीघर होते हैं जिनमें गकिन संचारित करके बिजली से चलने  
वाली गाड़ियों को चलाते तथा होटलों और अन्य कार्यों के लिए बिजली देते हैं।  
इन सभी उपक्रमों में रसायनविज्ञान की आवश्यकता होती है तथा उसका समुचित  
उपयोग किया जाता है, और इसमें सदेह नहीं कि रसायनज्ञों की सेवाओं ने प्रत्येक  
विभाग की कुशलता एव मितव्ययिता में महान् योगदान किया है। उपर्युक्त प्रायः  
सभी कार्यकलापों के प्रतिरूप (काउण्टरपार्ट) तो अन्य औद्योगिक उपक्रमों में प्रदर्शित  
हैं, किन्तु जिसे वस्तुतः रेलवे रसायन कहा जा सकता है, वह तो सचमुच वहन-विभागों  
में रसायनज्ञों द्वारा किये गये काम हैं।

रेलवे में रासायनिक कार्यकलाप का प्रारम्भ १८६४ में हुआ। उसी वर्ष में  
'लन्दन ऐण्ड नार्थ वेस्टर्न रेलवे' ने एक रेलवे रसायनज्ञ नियुक्त किया। इससे स्पष्ट  
है कि रासायनिक निर्माणियों (फैक्टरीज) को छोड़कर रसायन का महत्त्व स्वीकार  
करनेवाले अन्य वाणिज्यिक उपक्रमों में रेलवे का स्थान बड़ा ऊँचा है। अपना रसा-  
यनज्ञ नियुक्त करने के पहले भी रेलवेवाले रासायनिक विश्लेषण की सहायता लेने



रहे हैं। किन्तु आगे चलकर तो उन्होंने वैसेमर परिवर्तक (कन्वर्टर) से निकलने वाले प्रकाश के वर्णक्रम (स्पेक्ट्रम) में होनेवाले परिवर्तनों का वर्णक्रमदर्शी (स्पेक्ट्रा-स्कोप) द्वारा अध्ययन करने के लिए मर हेनरी रामको से भी सहायता ली। पहले पहल नियुक्त रेलवे रसायनज्ञ का मुख्य कर्तव्य इस्पात-निर्माण करना तथा जलप्रदायो को ठीक रखना था, किन्तु धीरे धीरे उसका कार्यक्षेत्र बढ़ने लगा और उसके सह-कर्मियों की मर्यादा भी बढ़ी, यहाँ तक कि आजकल रासायनिक एवं आनुपणिक कार्यों के लिए लगभग २०० व्यक्ति नियुक्त हैं, इनमें कुछ तो बड़ी उच्च शिक्षा वाले एवं अनुभवी रसायनज्ञ हैं।

इंजीनियरी विभागों में कुछ तो ऐसी समस्याएँ उठती हैं जो रेलवे क्रियाकरण में सर्वथा अभिन्न होती हैं। उदाहरणार्थ चलित्रो (लोकोमोटिव) की भट्ठी में होनेवाले दहन (कम्बुश्न) का अध्ययन एवं नियंत्रण अन्य भट्टियों के दहन से कहीं अधिक जटिल है। चलित्रो के लिए प्रयुक्त जल का उपचार भी अति कठिन है, क्योंकि उन्हें बीमो स्थानों से विभिन्न प्रकार के जल लाने पड़ते हैं। ऐसी तथा धातुकर्म, स्लैटन (लुब्रिकेशन), काष्ठ-परिरक्षण, मुरगों के लिए मीमेण्ट और ककरीट, रंगलेप तथा तलों के रक्षण और मजबूत के लिए अन्य लेप, वाटियों में रोबनी देने के लिए बंदरी बनाना, स्थायी रास्तों से घासपान नष्ट करना, बहुत देर तक जलनेवाले मकैत-दीपों के लिये तेल, तेल-गैस और कोल-गैस के निर्माण से प्राप्त उपजातों का उपयोग, पानी में उत्पन्न होनेवाली वनस्पतियों का निरसन एवं नियंत्रण, विशेषकर उन जलाशयों में जहाँ से रेलमार्ग पर चलते हुए चलित्र जल लेते हैं, लकड़ियों एवं वस्त्रों को अग्नि-रोधी बनाना इत्यादि जैसी अनेक अन्य समस्याओं के हल के लिए निरन्तर अनुसन्धान आवश्यक है।

विस्फोटक पदार्थ, ज्वलनशील द्रव, सर्पीडित एवं तरलित गैस, विपाक्ष एवं सक्षारक रासायनिक यौगिक तथा जोखिमी सामानों के रेल द्वारा सुरक्षित परिवहन के लिए नियम बनाना तथा उनकी देखरेख करना रेलवे की विशेष रासायनिक समस्याएँ हैं जिनके लिए रसायनविज्ञान का प्रत्यक्ष प्रयोग किया जाता है। १८९२ में विविध रेलवे कंपनियों ने रसायनज्ञों की एक समिति नियुक्त की थी, किन्तु वर्तमान रेलवे नियम प्रायः पिछले २५ वर्षों में ही विकसित हुए हैं। उपर्युक्त समिति ने विविध वाणिज्यिक विभागों के सहयोग से काम किया और यह उसकी सफलता का बड़ा भारी प्रमाण है कि मजबूत मार्ग से जोखिमी सामानों के परिवहनगवन्धी सरकार द्वारा जो नियम जारी किये गये हैं वे अधिकांशतः रेलवे के नियमों पर ही आधारित हैं। इस प्रकार के काम के लिए व्यापक रासायनिक ज्ञान एवं अनुभव की आवश्यकता होती है,

साथ ही साथ अनेक प्रयोग तथा परीक्षण भी करने पड़ते हैं। इसके अतिरिक्त इस बात का भी विशेष ध्यान रखना पड़ता है कि नियम इतने कठोर और सख्त न हो जायें कि भेजनेवालों के लिए रेल द्वारा ऐसे सामानों का भेजना ही असंभव हो जाय। उदाहरणार्थ किमी १० गैलन सक्षारक अम्ल के लिए सबसे सुविधायुक्त तथा कम खर्चीला धारक (कन्टेनर) काच का कार्बोय<sup>१</sup> होता है। इसमें संदेह नहीं कि इसकी अपेक्षा अन्य कोई धारक अधिक सुरक्षित होना, किन्तु इसमें धारक का ही दाम इतना बढ़ जायगा कि वह उद्योगविशेष के लिए बहुत बाधक हो जायगा। इसलिए रेलवे के नियमों में यह निर्देश किया गया है कि कार्बोय यथामंभव मजबूत हो, तथा उनकी अन्तर्वस्तु के अनुकूल उन पर उपयुक्त डाटें बड़ी मजबूती से लगी हों और वे इस प्रकार पक हुए हों कि उनके टूटने की न्यूनतम संभावना रह जाय। इसी तरह संपीड़ित एवं तरलित गैसों के परिवहन में अनेक समस्याएँ उत्पत्ती हैं। सरकारी गृहविभाग (इंजलण्ड) ने १८९५ में एक समिति नियुक्त की, जिसने स्थायी गैसों के लिए सिलिण्डरों की सिफारिश की और रेलवे कंपनियों ने यह सिफारिश मान ली। किन्तु जब क्लोरीन, अमोनिया तथा इथिल क्लोराइड जैसी दवाव में तरल बननेवाली गैसों का वाणिज्यिक प्रचलन प्रारम्भ हुआ तो रेलवे कंपनियों की उनके धारकों के बारे में पुनः विचार करना पड़ा। समस्या-समाधान में लगे रसायनज्ञों को उनके रासायनिक गुणों के साथ साथ प्रमरणगुणांक, वाष्पदबाव तथा भ्रान्तिक (क्रिटिकल) ताप जैसे भौतिक गुणों पर भी विचार करना पड़ा। इनको धारकों की मजबूती का भी ध्यान रखना था, यद्यपि स्थायी गैसों के लिए प्रयुक्त सिलिण्डरों में यह आवश्यकता पूरी हो जाती है, क्योंकि वे यँसे १८०० पाण्ड प्रति वर्ग इंच के दबाव तक संपीड़ित होती थीं। फिर भी व्यापारी के हित में एवं अन्तर्वस्तु के भार की तुलना में धारक का भार यथासंभव इतना कम होना चाहिए जिससे उसे उठाने-परनेवाले कर्मियों तथा सामान्य जनता की सुरक्षा सर्वथा प्रतिभूत हो। रसायनज्ञों के विचारविमर्श एवं परीक्षणों तथा व्यापारियों से परामर्श के बाद सिलिण्डरों, द्रवों तथा तेल-गाड़ियों की ऐसी विशिष्टियाँ निर्धारित की गयीं, जिनकी सहायता से ऐसे सामान सुरक्षापूर्वक एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाये जा सकते हैं। लेकिन जब सड़क-परिवहन का विकास हुआ तब रेलवे कंपनियों द्वारा निर्धारित नियम लागू नहीं किये जा सके और सरकारी नियमों द्वारा निर्दिष्ट सिलिण्डरों का उपयोग ही व्यावहारिक माना

गया। 'डिपार्टमेंट ऑफ माइनिंग ऐण्ड इण्डस्ट्रियल रिमचें' की समितियों ने जो सिफारिशें जारी कीं उनके अनुसार तरलित गैसों के लिए इस्तेमाल किये जाने-वाले मिलिण्डर रेलवे कंपनियों द्वारा निर्धारित मिलिण्डरों की अपेक्षा अधिक भारी थे। एक अनुसन्धान के मिलसिले में यह पता लगा कि मिन्नामिल ग्रन्थन (लिक्ज) वाले यौगिक यदि कपड़ों पर गिर जायें तो हवा लगने से इतने शीघ्र आक्सीकृत हो जाते हैं कि वे जल उठते हैं। ऐसे ही किसी यौगिक में भरा कन्स्टर एक बक्सा में फाट-ऊन में पैक किया हुआ था, किन्तु कन्स्टर में उसके धू जाने के कारण फाट-ऊन में और फिर गाड़ी में आग लग गयी। रुचिकर बात यह थी कि भेजनेवाले तथा पानेवाले को यौगिक विंगेप के इन गुण का बिलकुल पता न था यद्यपि वे वर्षों से उसका व्यापार करने आ रहे थे। इसी प्रकार का एक और रोचक आविष्कार है—मॉडियम क्लोरेट विलयन में ध्याप्त जूट के बोरे को जब १०५° से० पर मुखाया गया तो वह स्वन, जल उठा। यद्यपि ये वार्ते वैसे विंगेप महत्त्वपूर्ण नहीं हैं किन्तु परिवहन के मन्त्र में काफी जोखिम की हैं।

सर्कारी नियमानुसार विविध प्रकार की वस्तुओं के २१ वर्ग बनाये गये हैं और रेलवे कंपनियों को परिवहनार्थ प्रस्तुत वस्तुओं का वर्गीकरण करने के लिए कानूनन रमायनज की सेवाएं लेनी पड़नी हैं। इसी वर्गीकरण के अनुसार उनका किगया निश्चित किया जाता है। ऐसी निरापद वस्तुओं के परिवहन में भी रमायनज के पग-मर्ग की आवश्यकता पड़नी है, जो स्वन खराब हो जानेवाली होती हैं। यानाधान में खराब हो जानेवाली वस्तुओं की क्षतिपूर्ति के लिए जो दावे होते हैं उनके मन्त्र में भी काफी गमायनिक काम करना पड़ता है। मोटे तौर पर दूषित वस्तुओं के दूषणकर्ता को पहचानना पड़ता है तथा उसके मन्त्रय मोन का पता लगाना होता है। दूषण अथवा क्षति की सीमा निश्चिन करनी पड़नी है, तथा उसके नाश-ग्रन्थन (माल-वेजिंग), पुनर्गुणकूलन (री-क्वाण्टिगनिंग) अथवा ऐसे माल के बेचने या अन्य प्रकार से निकालने के बारे में सिफारिशें करनी पड़नी हैं। इसके लिए बड़े कड़े विस्लेषण, विभिन्न दूषणकर्ताओं द्वारा होनेवाली वस्तुओं की मन्त्रय क्षति के बारे में प्रचुर अनुभव तथा विविध मामलों के प्रयोग के व्यापक ज्ञान की आवश्यकता होती है। दूषित एवं क्षत वस्तुओं के इस्तेमाल के तरीके निकालने का भी काम रमायनजों का ही होता है।

वहन-विभागों में काम करने के लिए न केवल गमायनिक योग्यता की जरूरत होती है बल्कि विविध वस्तुओं के बारे में वाणिज्य-ज्ञान, विशेष कर उनके निर्माण की रीतियाँ, गुण तथा इस्तेमाल जानने की आवश्यकता होती है। एतदर्थ अनुसन्धान

OVERIN, R. L. *Chemistry in the Railway Industry. Industrial Chemist*, Aug, 1936.

WILLIAMSON, J. W. *A British Railway Behind the Scene*, pp. 191-210. Ernest Benn, Ltd, 1933

WYATT G. H. *Micro-Analysis and the Railway Chemist. Micro-chemistry*, Mar, 1944

## सड़क परिवहन

ए० टी० विम्फोर्ड, बी० एम० सी० (लन्दन), ए० आर०

सी० एम०, ए० आर० आई० सी०

मोटर परिवहन तो इंजीनियरों का ऐसा अधिकारक्षेत्र है कि रसायनविज्ञान द्वारा इसमें किये गये योगदान की उपेक्षा करना बहुत स्वाभाविक है। किन्तु तनिक निजट में देखने पर यह स्पष्ट हो जाता है कि इस उद्योग में भी अनेक ऐसी दिशाएँ हैं, जिनमें रसायनज्ञों के काम का ठोस महत्व है। पेट्रोल उत्पादन की आधुनिक रीतियाँ तो सर्वथा रासायनिक अनुसन्धानों पर ही आधारित हैं। इन अनुसन्धानों का मुख्य उद्देश्य प्रायः ईंधन की उत्पत्ति बढ़ाने के साथ साथ उसकी कोटि में ऐसी उन्नति करना रहा है जिससे वह इंजनों में सुविधा में प्रयुक्त हो सके। पेट्रोल इंजनों के मरीटन अनुपात (कम्प्रेसन रेजियो) की निरन्तर वृद्धि और उसके साथ साथ शक्ति उत्पादन की वृद्धि और ईंधन खपत की कमी, ये सभी बातें रासायनिक कार्य के बिना संभव न हुई होती। इसी के विकास में ऐसी रीतियाँ निकली जिनसे कच्चे तेलों में विद्यमान हाइड्रोकार्बनों को आवश्यक प्रतिस्फोट (एण्टोनांक) गुणोवाले प्रकार में परिवर्तित किया जा सका। संयुक्त राज्य अमेरिका में पेट्रोल की धेनी एक शुद्ध हाइड्रोकार्बन, आक्टन के ऊपर निर्भर होती है तथा उसकी आक्टन-संख्या के ऊपर ही उसका विषय होता है। पेट्रोल के प्रतिस्फोट गुण को बढ़ाने के लिए उसमें थोड़ी मात्रा में कुछ रासायनिक पदार्थ डाले जाते हैं, इनमें नीच टेम्पे-इथिल मुजान है और अधिक व्यवहार में इसी का होना है। पेट्रोल की कार्यक्षमता बढ़ाने के लिए इस मॉनिंग का आविष्कार केवल आकस्मिक नहीं था बल्कि एक ऐसे लघ्वे अनुसन्धान का फल था जिसमें बहुमूल्य कार्बनिक यौगिकों का अध्ययन किया गया था। यात्री तथा सामान ढोनेवाली गाड़ियों के लिए उच्च गतिवाले तेल-इंजनों के प्रचलन के बाद उपयुक्त दहन गुणोवाले गैस तेल मुलभ किये गये हैं। इनके विकास में भी रसा-

यन्त्रों का बड़ा हाथ है और इनका मूल्यांकन भी एक दूसरे शुद्ध हाइड्रोकार्बन, सीटन के पदों में किया जाता है।

पेट्रोल इंजनों का संपीड़न अनुपात बढ़ जाने तथा उच्च गतिवाले तेल-इंजनों के द्रुत विकास से, जिनका संपीड़न और भी अधिक होता है, और भी मजबूत सामान की आवश्यकता हुई जो उच्च संपीड़न को सफलतापूर्वक सह सके। इस माँग की पूर्ति इस्पात की उपयुक्त मिश्रधातु तैयार करके की गयी है तथा भार-शक्ति अनुपात को कम करने के लिए अल्यूमीनियम-मैग्नीसियम मिश्रधातुओं का भी प्रयोग किया जाने लगा है। इनके अलावा उन्नत टिकाऊपन वाली भाद धातुओं (बेरियम मेटल्स) की भी आवश्यकता हुई और इनके लिए प्रयुक्त होनेवाली मिश्रधातुओं के बनाने में कैडमियम, रजत एवं सोडियम जैसे अप्रत्याशित तत्वों का प्रयोग होता है। भार कम करने की समस्या इंजन तथा गाड़ी का ढाँचा दोनों के बनाने में महत्वपूर्ण है, विशेषकर उन मुसाफिर तथा सामान ढोनेवाली गाड़ियों में जिनका महत्तम भार कानूनन निर्दिष्ट होता है। इसलिए योजन धान<sup>१</sup> तथा इंजन कूर्पर धान<sup>२</sup> के लिए मैग्नीसियम मिश्रधातु उत्तम सिद्ध हुई है, पट्टों (पैनेल) के लिए एक अल्यूमीनियम-मैग्नीसियम मिश्रधातु का प्रयोग किया जाता है तथा हस्तबन्धक<sup>३</sup> के लिए मैग्नीसियम सहित एक दूसरी अल्यूमीनियम मिश्रधातु इस्तेमाल की जाती है। गाड़ी का भार और भी कम करने के लिए थोम-मॉलिब्डेनम इस्पात की नलियों की बनी कुर्सियाँ इस्तेमाल होने लगी हैं।

मोटर परिवहन के विकास में अफ़लिकनीय (नॉन-स्प्लिण्डरिंग) काच का प्रयोग भी रसायनविज्ञान का उल्लेखनीय योगदान है। जब इसका पहले पहल उत्पादन हुआ था तब इसमें काच के दो स्तरों के बीच में सेलुलॉयड का एक अन्त स्तर देकर उनका बन्धन किया गया था। इस युक्ति से काच का फ़लिकन (स्प्लिण्डरिंग) तो सफलतापूर्वक रोका जा सका किन्तु सूर्यप्रकाश के कारण कुछ समय में ही यह बदरग हो जाने लगा। यह कठिनाई भी अब मेलुलोज नाइट्रेट के स्थान पर मेलुलोज एसिटेट का प्रयोग करके दूर की जा सकी है, इससे काच-स्तारों के सफल बन्धन की समस्या भी हल हो गयी है। इनका विकास यही समाप्त नहीं हुआ बरन् अन्त स्तर के लिए अर्ध-प्लास्टिक विनाइल ऐस्टर रेज़ीनों का इस्तेमाल प्रारम्भ हो गया है। सुरक्षा-काच का एक और प्रकार भी व्यापक रूप से प्रयुक्त हो रहा है, इसमें अन्त स्तर के लिए किसी प्लास्टिक पदार्थ का समावेश नहीं किया जाता, प्रत्युत काच को ही नियंत्रित

ताप एवं समय से तप्त करने के तुरन्त बाद दोनों ओर बत्ति गीघ्रता से ठंडा करके कठोर बनाया जाता है।

प्राकृतिक एब सडिल्ट रबर के रासायनिक विकास से भी मोटर परिवहन को बड़ी सहायता मिली है। कोशाय (सेलुलर) रबर की गड़ियाँ बनने से भार भी कम हुआ, साथ ही यात्रियों को अधिक आराम मिलने लगा। भारी गाड़ियों में वायवीय (न्युमैटिक) टायरों का प्रयोग भी अब सम्भव हो गया है। इसमें भी आराम बढ़ने के साथ साथ गाड़ियाँ अधिक भार अधिक वेग में डी सकती हैं। इस उद्योग में विविध प्रकार के सडिल्ट रबर के उत्तम गुणों का भी पूरा लाभ उठाया गया है। इस प्रकार के रबर से इजन बँटाने के गत्ते बनते हैं, क्योंकि इनके लिए प्रत्यास्फन्दन (रीमीलि-येन्सी) बड़ा महत्वपूर्ण होता है। बिकिरक (रेडियेटर) नम्यनाल जोड़ों, तेल धारण करनेवाले बल्लों तथा इजन और तेलनलों के लिए भी सडिल्ट रबर इस्ते-माल किया जाने लगा है। इसके प्रयोग से तापमहता और तेल अवशोषण की सम्-स्याएँ भी बड़ी सफलता से हल हो गयी हैं।

रंगलेपो तथा तासबन्धी सामग्रियों का विकास भी मोटर परिवहन में रासायन विज्ञान के योगदान की एक दूसरी दिशा है। रंगलेपो के लिए केवल यही आवश्यक नहीं कि वे देखने में ही सुन्दर लगें बल्कि यह भी जरूरी है कि वे वस्तुओं की वायु एवं जल से रक्षा करें और साथ ही मड़क की धूल, गर्द और कीचड़ से अप्रभावित रहे तथा समय समय पर अच्छी तरह धोये भी जा सकें। इन सबके ऊपर उनमें उच्च नम्यना (फ्लेक्सिबिलिटी) की भी आवश्यकता होती है। नाइट्रो सेलुलोज के विकास से उपर्युक्त प्रायः सभी आवश्यकताओं की पूर्ति हुई है और मोटर गाड़ियों के उत्पादन को बड़ी सहायता मिली, क्योंकि इनके प्रयोग में शीकरन रीति से रंगलेपो के सूखने में कोई देर नहीं लगती। यद्यपि आजकल सडिल्ट रेजीन पीठोवाले एनामल तथा वार्निश इस्तेमाल करने की अधिक प्रवृत्ति हो चली है, किन्तु इनके प्रयोग में भी मोटर गाड़ियों के निर्माण के लिए विशेष समोधन करने पड़े हैं। रंगलेपो को धातु तलों पर स्थिर करने के लिए उपर्युक्त अवस्तर (बण्डरकोट) तैयार करने में भी रासायनिक रीतियों का ही आश्रय लेना पड़ा है। इसके लिए कभी कभी फास्फोरिक अम्ल अथवा अन्य किमी खनिज अम्ल से धातुतल का तनिक निक्षारण (एचिंग) भी किया जाता है, अथवा दूसरी रीति में इस्पात का बन्धन (वाण्डराइजिंग) उपचार किया जाता है। इसमें धातुतल पर मैंगनीज फास्फेट का एक दृढ़ अभिलामी (एंडहियरेष्ट) आवरण जम जाता है, जो संक्षरण से धातु की रक्षा भी करता है। यह विविष्ट विधा मुख्यतः मोटर गाड़ियों के बनाने के लिए ही विकसित की गयी थी।

विकिरणों (रेडियटर्न) में हिमीभवन रोकने के लिए ग्लिमरॉल, इथिलीन ग्लाइ-  
कोल अथवा मिथेनॉल डालने की प्रथा भी रसायनविज्ञान की ही देन है। विकिरणों  
को ठंडा करने के लिए प्रयुक्त जल में इन पदार्थों के छोड़ने से न केवल उसका हिमांक  
नीचे गिर जाता है बल्कि यदि हिम जमे भी तो उनके मिलाने से वर्ष का एक खम्भ  
घनने के बजाय उसके ऐसे केन्दाय घनते हैं जिनमें नलियों के फटने का प्रायः विन्तुल  
हम नहीं रह जाता। बाबूदाब ब्रेक लगी गाड़ियों में अन्दर जानेवाली हवा इथिल  
ऐन्कोहाल पर से होकर जाती है, जिसमें उसके साथ थोड़ा ऐन्कोहाल भी जाकर वायुता  
के साथ बहिर्गामी वायु पर सघनित हो जाता है और ठंडा श्रुतु में हिमीभवन के कारण  
उमके चिपकने को रोकता है।

मोटर गाड़ियों के चलाने, मरम्मत करने तथा उन्हें ठीक रखने में भी अनेक  
प्रकार के रासायनिक पदार्थ लगते हैं। उदाहरण के लिए सीसपट्ट-संचायक (ऐं-  
मुलेटर) लगी गाड़ियों में सल्लव्यूरिक अम्ल की बराबर आवश्यकता रहती है, और  
बहुत सी भारी गाड़ियों तथा निजी कारों में आग बुझाने के लिए कार्बन टेट्राक्लोराइड  
सदा साथ रखा जाता है।

अन्त में रासायनिक मिढालों के कुछ सामान्य किन्तु बड़े व्यावहारिक प्रयोगों  
का उल्लेख किया जा सकता है। अन्तर्दाही इन्जनों के क्रियाकरण में प्रतिक्रियाओं की  
एक शृंखला होती है जिनकी अन्तिम उत्पत्तियाँ रेचन मैमों के रूप में प्रकट होती हैं।  
जहाँ बहुमूल्यक मोटर गाड़ियाँ चलती हैं वहाँ इनकी आधार पर दहननियंत्रण की  
ऐसी प्रणाली निकाली गयी है, जिसमें ईंधनव्यय में भारी बचत की जा सकी है; और  
साथ ही साथ सामान्य वातावरण में उत्पन्न कार्बन मानोआक्साइड की मात्रा कम  
करके जन-स्वास्थ्य के हित में कल्याणकारी योगदान किया गया है। इस प्रक्रिया में  
अच्छी दशावाले किसी सामान्य मोटर के कार्बरेटर का बह अनुकूलतम संस्थापन  
(मेटिंग) निश्चित किया जाता है जिसमें ईंधन की न्यूनतम खपत से आवश्यक प्रक्ति  
प्राप्त हो सके, साथ ही इसकी सवादी रेचन मैमों का निबन्ध भी जान लिया जाता  
है। अब किसी मोटर के क्रियाकरण में इन मानकों का उल्लंघन होता है तो वह उसके  
दोष का द्योतक माना जाता है। अनुभव से विश्लेषण करके दोष के कारण भी जाने  
जा सकते हैं। यह प्रणाली पहले पेट्रोल इन्जनों के लिए नियोजित की गयी थी, जिनमें  
कार्बन मानोआक्साइड ही अपूर्ण दहन की कसौटी माना जाता है। किन्तु आजकल  
यात्रियों तथा सामानों के यातायान के लिए पेट्रोल इन्जनों के स्थान पर उच्च गतिवाले  
तेल इंजन काम में आने लगे हैं। इनमें अपूर्ण दहन का माप कार्बन मानोआक्साइड से  
नहीं बल्कि उनमें निचलनेवाले काले धुएँ से किया जाता है। ईंधन भरनेवाले पम्प

को ठीक से लगाकर इस कठिनाई का निवारण किया जा सकता है। चूंकि निकली गैस का मुख्य मघटक कार्बन डाइऑक्साइड होता है अतः उसी का अनुपात जान लेने से ईंधन-पम्प को बिना इजन से बाहर निकाले उसकी सेटिंग की जाँच की जा सकती है। युद्ध-काल में प्रोड्यूसर गैस से चलनेवाली मोटर गाड़ियों की कार्य-क्षमता बढ़ाने के लिए गैसविश्लेषण की रीतियों का भी बड़ा उपयोग किया गया था। इसके लिए न केवल उत्सर्जित गैसों का विश्लेषण करना पड़ा बल्कि प्रोड्यूसर गैस का भी परीक्षण किया जाता था। इनके अलावा कार्बन मानोऑक्साइड मात्रा के लिए अनेक प्रकार की हवाओं का भी परीक्षण करना पड़ता था।

### ग्रन्थ-सूची

- DICKSEE, C B • *The High Speed Compression Ignition Engine*. Blackie & Son
- DICKSEE, C B • *Standard Methods for Testing Petroleum and its Products*  
The Institute of Petroleum
- JUDGE, A W. *Engineering Materials* Vol. I, *Ferrous Materials*;  
Vol II, *Non-Ferrous Materials* Sir Isaac Pitman & Sons, Ltd.



## पारिभाषिक शब्दावली

अकन—marking	अधिमान्य—preferential
अंडाशय—ovary	अधि-स्वानिकी—supersonics
अंत क्षेप—Injection	अधोलेप—undercoat
अंतराल—gap	अधोवाप—hopper
अंतर्दाही—internal combustion	अध्याभूति—warranty
अंतर्पेशी—Intra-muscular	अनाकार—amorphous
अंतर्बर्ती—intermediate	अनावसीय—non-greasy
अंतर्धारा—intravenous	अनाधिन—direct
अत सीमा—interface	अनुकूलतम—optimum
अंतस्थ—intermediate	अनुकूलन—conditioning
अकार्बनिक—inorganic	अनुचित्र—positive (photography)
अक्षि—mesh	अनुग्रह—nuisance
अग्निक्वापन—fire boiling	अनुपूरक—supplement
अग्नितापन—fire heating	अनुपूति—supplement
अग्निमिट्टी—fire clay	अनुप्रभाव—side-effect; after-effect
अजल—anhydrous	अनुमापन—titration
अजलीय—anhydrous	अनुमाप्य—titre
अणु—molecule, micro	अनुलम्ब—offset
अणुजीव—micro-organism	अनुशीलन—study
अणुजैविकी—micro-biology	अनुसन्धान—research
अणुरासायनिक—micro-chemical	अनुस्थापन—orientation
अतितप्त—super-heated	अनुद्ध्य—susceptible
अति सतृप्त—super-saturated	अन्नागार—granery
अदीप्त—nonluminous	अन्वायुक्ति—fitting
अधस्थल—subsurface	अन्वेषण—investigation
अधिनियम—act	अपकर्षण—repulsion

अस्थिवक्त्रा—rackets	आयनाकार—rectangular
अंतरक—core	आयन—ion
आंतरपेशी—दे० अंतर्पेशी	आयात—import
आंतरशिरा—दे० अंतर्शिरा	आयाम—dimension
आकार—shape	आयुध—munition
आकुचन—contraction	आरम्भक—starter
आक्षीर—latex	आरोग्य प्रबन्ध—sanitation
आक्वाप—infusion	आर्द्रक—wetter, humidifier
आक्मीकरण—oxidation	आर्द्रता—moisture, humidity
आक्मीकर्त्ता—oxidising agent	आर्द्रताप्राप्ति—Hygroscopic
आक्मीकारक—oxidant	आन्धवन—suspension
आगणन—estimation	आवरण—cover, coat
आप्राहिता—susceptibility	आवर्तन—period
आघात—shock	आवर्तत्व—periodicity
आणविक—molecular	आवर्धन—magnification
आतनन—tensile	आवसा—grease
आतिथेय—host	आविष्कार—discovery, invention
आत्मवाहन, आत्मवाही—auto- mobile	आवृत्ति—frequency
आदान—input	आगम्य—reservoir
आधान—case, container	आश्चयाव—sceptage
आधारभूत—fundamental	आश्लेपी—glutinous
आधारीय—basal	आसजक—adhesive
आनम्य—pliable	आसवक—distiller
आनुभविक—empirical	आमयन—distillation
आपस्वित्तन—alteration	आसवनी—distillery
आपत्ति—emergency	आसुत—distilled, distillate
आपत्ती—emergent	आमोत्र—still (distilling)
आपेक्षिक—relative, specific	आहार—diet, food
आभा—shade (of colour)	आहारिकी—dietetics
आयतन—volume	उ
	उत्किरण—engraving

एककेन्द्रीय—concentric  
 एकप्रभाव—single effect  
 एकमुद्र—monotype  
 एकरूप—uniform  
 एकलन— isolation  
 एकसम—consistent, uniform  
 एकान्तरचिति—checkerwork  
 ओ  
 ओजानीकरण—ozonization  
 औद्योगिक—industrial  
 क  
 कद—tuber  
 कपन—vibration  
 कक्ष—chamber  
 कट—mat  
 कटु—bitter  
 कठोरकरण—hardening  
 कठोरता—hardness  
 कण—particle, grain, granule  
 कबन्ध—fuselage  
 कर—duty  
 कर्तनाग—spinneret  
 कर्मशाला—machine-shop,  
 workshop  
 कलधौत—bulkon  
 कला—art, phase  
 कलिल—colloid  
 कलिलीय—colloidal  
 कलीचूना—quick lime  
 कवोष्ण—warm  
 कपाद—astrigent

कसैला—astrigent  
 कातिद्रव्य—cosmetics  
 काँसा—bronze  
 काच—conch  
 काच—glass  
 काचन—glazing  
 काचरण—vitrification  
 काचिका—glaze  
 काचीय—vitreous  
 कारक—factor  
 कार्वनिक—organic (chemistry)  
 कार्बनीभवन—carbonization  
 कार्यभाग—role, part  
 कार्यविधा—procedure  
 काष्ठफल—nut  
 कासीस—coppera  
 किण्वन—fermentation  
 किण्वक—fermenting agent  
 किण्व्यक—wort  
 किण्विता—alcoholic liquor  
 कीटमार—insecticide  
 कीटविज्ञान—entomology  
 कुड-रजक—vat dye  
 कुडल—coil  
 कुतल—spiral  
 कुक्कुटादि—poultry  
 कुट्टन—forging  
 कुलक—set  
 कुवेचता—quackery  
 कूर्पर—crank  
 कृत्रिम—artificial

कृमि—insect  
 कृषि—agriculture  
 कृषिकर्म—crop husbandry  
 केलामन—crystallization  
 केशिका—capillary  
 कोटर—cavity  
 कोमल—delicate  
 कोश—cell  
 कौतुकालय—museum  
 कौशेय—staple (fibre)  
 क्रान्तिक—critical  
 क्रियाकरण स्थान—disposal works  
 क्लीवन—neutralization  
 क्वथन—boiling  
 क्वथनांक—boiling point  
 क्षार—alkali  
 क्षारीय—alkaline  
 क्षारीय मृदा—alkaline earth  
 क्षेत्रावलोकन—field observation  
 क्षेप्य—waste  
 क्षैतिज—horizontal  
 क्षोभण—agitation  
 क्षौर-साबुन—shaving-soap  
 ख  
 खड्ग—block, factor  
 खडिया—chalk  
 खनन—mining  
 खनिज—mineral  
 खनिजाम्ल—mineral acid  
 खनिजावन—mineralization  
 खपत—consumption

स्वर्ण—cupellation  
 खाद—manure  
 खाद्य—food, edible  
 खाद्यान्न—food grain  
 खुली चूल्ही—open hearth  
 ग  
 गन्ध—sulphur  
 गंधकाम्ल—sulphuric acid  
 गन्धतेल—essential oil  
 गन्धराल—rosin  
 गणना—calculation  
 गर्तस्वप्न—pitprop  
 गलग्रन्थि—thyroid gland  
 गलन—melting  
 गलनांक—melting point  
 गलस्राव—tonsillitis  
 श्वेपणा—investigation  
 गाढता—consistency  
 गारा—mortar  
 गुटिकाधार—ball bearing  
 गुण—quality, property  
 गुणांक—coefficient, modulus  
 गुप्त उष्मा—latent heat  
 गुरुत्व—gravity  
 गूथन—interlacing  
 गृहादि—premises  
 गोचर—pasture  
 गोलिकाएँ—globules  
 ग्रन्थ—link, linkage  
 ग्रन्थामय—nodular, glandular  
 ग्रन्थि—gland

## घ

- घटक—component  
 घटना—phenomena, event  
 घन—cube  
 घनता, घनत्व—density  
 घर्षण—grinding  
 घान—batch  
 घातवर्ध्य—malleable  
 घुन—weevil

## च

- चक्रिक—cyclic  
 चमक—gloss  
 चयापचय—metabolism  
 चर्दी—lard  
 चर्मपत्र—parchment paper  
 चलिष्णु—mobile  
 चलित्र—locomotive  
 चादी—silver  
 चाप—arc  
 चालकता—conductivity  
 चालन—conduction  
 चिति—check work  
 चिपकारूपन—tackiness  
 चुरली—hearth  
 चुनावशील—selective  
 चूनापत्थर—limestone  
 चूना—lime  
 चूर्ण—powder, meal  
 चेता—nerve (दे० र्नायु)  
 चेतामयता—nervousness  
 चोलित—jacketed

## छ

- छपावरण—camouflage  
 छन्ना—filter  
 छवि—gloss  
 छविकार—decorator, artist  
 छाछ—whey, butter milk  
 छानित—filtrate

## ज

- जटिल—complex  
 जनन—generation  
 जन-स्वास्थ्य—public health  
 जनपदमरी—pestilence  
 जनविश्लेषक—public analyst  
 जनित्र—generator  
 जलकल—waterworks  
 जलप्रदाय—water-supply  
 जलप्रेरित—hydraulic  
 जलयोजन—hydration  
 जलरोध—water-resistance  
 जलवाहन—water-carriage  
 जलसंक्रम—aqueduct  
 जलसह—water-proof  
 जलाशन—hydrolysis  
 जलाशय—water-reservoir  
 जलीयन—hydration  
 जलोढ—alluvial  
 जहाज का पेट—hull  
 जाति—species, strain  
 जीव-रसायन—biochemistry  
 जीवाणविक, जीवाणवीय—bacterio-  
 logical

जीवाणुविकी—bacteriology

जीवाणु—bacteria

जीवाणुमार—bactericide

जीवाणुहनन—sterilization

जैविक—biological

जैविकी—biology

जैविकीय—biological

जैविकीविद—biologist

ज्वलनशील—flammable

ज्वरघ्न—antipyretic

ज्वालक—burner

झ

झमरी—grating, झमरी

झिल्ली—membrane

ड, ठ

टोका—solder

ठोसता—solidity

ड, ठ

डब्बाबंदी—canning

डिम्ब—larva

ढलवाँ लोहा—cast iron

ढलाई घर—foundry

त

तनु—fibre

तनुक—fibril

तटनमन—diffraction

तड़ान—tank

तत्त्व—element; principle

तनाव—tension

तनाव सामर्थ्य—tensile strength

तनु—dilute

तनुपट—diaphragm

तनुकरण—dilution

तनुकृत—diluted

तन्व्य—ductile

तप्त—heated, hot

तरंगदैर्घ्य—wave-length

तरल—liquid, fluid

तरलक—thinner

तरलन—liquefying

तरलित—liquefied

तलछटीकरण (—भवन)—sedimentation

तल—bed

तान—tone

ताप—temperature

तापक—heater

तापन—heating

तापदीप्त—incandescent

तापदीप्ति—incandescence

तापशीतन—annealing

तापनह—heat-resisting

तापी प्लास्टिक—thermoplastic

तांबा, ताम्र—copper

तारपीन—turpentine

ताल—palm

तालबीज—palm kernel

तिक्त, pungent

तीखा—दे० 'निक्त'

तुला—balance

तुल्य—equivalent

तुषारित—frosted

त्रिभुज—trivalent  
 त्वरक—accelerator  
 त्वरण—acceleration  
 त्वरित—accelerated

द

दंड—beam  
 दंडानु—bacillus  
 दन्तिचक्र—gear wheel  
 दबाव—pressure  
 दमक दीप—flash lamp  
 दवाँ—ladle  
 दन्तिद—crusher  
 दह—caustic  
 दह्माह—caustic alkali  
 दहन—combustion  
 दाब—pressure  
 दाबक छप्पा—filter press  
 दाही बम—incendiary bomb  
 दाह्य—combustible  
 दाह्यता—combustibility  
 दीनावार—mantle  
 दीप्त—luminous  
 दीप्ति—luminescence  
 दुग्धान्न उत्पाद—dairy product  
 दूषण—contamination  
 दृढ़—tough, firm, rigid  
 दृढीकरण—toughening  
 दृश्य—visible  
 दृश्य—visible  
 देखा—pointer, indicator  
 दैहिक—physiological

दैहिक—physiology  
 दोन्क—rocker  
 दोन्क रेखा—oscillograph  
 द्रव—liquid, fluid  
 द्रवचालक—hydraulic  
 द्रवण—fusion, melting  
 द्रवनांक—melting point  
 द्रवता—fluidity  
 द्रव्य—matter, material  
 द्राव—melt  
 द्रावक—flux  
 द्राववेचन—liquation  
 द्वितीयक—secondary; duplicate  
 द्विविच्छेदन—double  
 decomposition

ध

धनाद—anode  
 धननाह—blowpipe  
 धनमट्टी—blast furnace  
 धातु—metal  
 धातुकर्म—metallurgy  
 धातुकर्मज्ञ—metallurgist  
 धातुकर्मी—metallurgist  
 धातुकर्मिकी—metallurgy  
 धातुनक—slag  
 धातुचित्र—metalography  
 धान—case  
 धानी—stand  
 धान्य—corn, cereal  
 धारक—container, holder  
 धारिता—capacity

धावन—running  
 धाववेचन—lixiviation  
 धुमईपर—laundry  
 धुनक—fumigant  
 धुनन—fumigation  
 धुनसान—smoking  
 धुलन—dusting  
 धूलि—dust  
 ध्रुवीय—polar

न

ननइन—felting  
 ननहा—felt  
 नवनीव—butter  
 नाड—pipe  
 नाभिक—nucleus  
 नाभिका—flexibility  
 नागरजन—salvaging  
 नागिडीट—pest  
 निघारन—etching  
 निशेव—deposit  
 निशेवन—depositing  
 निगन—corporation  
 निगाड—pressure  
 निगाड टावर—autoclave  
 निगाहन—pressing  
 निदग्ध—composition  
 निनग्धन—clipping  
 निबबन—control  
 निबदाक—constant  
 निबनन—regulation  
 निरनन—removal

निरानद—safe  
 निरासप—determination  
 निनान—manufacture  
 निनाना—factory  
 निनात—export  
 निनान—gum  
 निवाड—vacuum  
 निवाड—quench  
 निरचन—determination  
 निरवेडक—anaesthetic  
 निरवेडन—anaesthesia  
 निष्पद्य—conclusion  
 निपनन—made, readymade  
 निपनादन—performance  
 निपनादन—calcination  
 निपनार—extract  
 निपनारन—extraction  
 नीरक—propeller  
 नी-आदन—dockyard, shipyard  
 नीमार्ग—shipway  
 नीवहन—shipping  
 न्याय—data

द

दक—slime  
 दकिन्दुड—linotype  
 दकन—cooker  
 दट्ट—plate  
 दट्टन—plating  
 दडना—moth  
 दडदनी—laminated  
 दद—path



पदार्थ—substance, product  
 पद्धति—system  
 पनीर—cheese  
 परमताप—absolute temperature  
 परमाणु—atom  
 परागमन—transmission  
 परा-नीललोहित—ultra-violet  
 परावर्तन—reflection  
 पराश्रयी—parasite  
 पराम—range  
 परिकल्पना—hypothesis  
 परिचालन—circulation  
 परिच्छादक—bell jar  
 परिणामित्र—transformer  
 परितापन—stoving  
 परिनाशन—disinfection  
 परिनिरीक्षा—scrutiny  
 परिपक्व—mature, ripe  
 परिपक्वन—maturing, ripening  
 परिपथ—circuit  
 परिपाचन—assimilation  
 परिभ्रामी—revolving  
 परिमल—perfume  
 परिमाण—size, dimension  
 परिरक्षण—preservation  
 परिरक्षी—preservative  
 परिष्प—finish  
 परिहृषण—finishing  
 परिवर्तक—converter  
 परिवर्ती—reversible, varying  
 परिवहन—transport

परियुद्ध—accurate  
 परिष्करण—refining  
 परिष्करणी—refinery  
 परिमोमन—restriction  
 परिस्थिति—circumstance, condition  
 परीक्षण—examination, testing  
 पर्ण—foil  
 पर्पटी—crust  
 पर्यवेक्षण—supervision  
 पल्लवन—flapping  
 पशुखाद्य—feeding stuff  
 पशुप्राशन—stock-feeding  
 पाचन—digestion  
 पाचित्र—digestor  
 पाजन—size, sizing  
 पादप—plant  
 पानीघर—water-works  
 पायस—emulsion  
 पायमन—emulsification  
 पायमनकर्ता—emulsifying agent  
 पारगम्य—permeable  
 पारच्यवन—percolation  
 पारच्यावी छन्ना—percolating filter  
 पारद—mercury  
 पारदर्शक—transparent  
 पारभासक—translucent  
 पादा—trap  
 पाशन—entrapping  
 पापाणखनन—quarrying  
 पास्चरीकरण—pasteurization

पिंड—mass	पोषक पदार्थ—nutrient
पिंडक—ingot	पोषग्रन्थि—pituitary
पिटवा लोहा—wrought iron	पोषण—nutrition
पित्तलन—brazing	पौधा—plant
पिष्ट—dough	प्रकट—rhizome
पिसाई—milling	प्रकार्य—function
पीठ—base	प्रकाश—light, optic
पीडित्र—press	प्रकाश उत्तिकरण—photogravure
पुज—mass	प्रकीर्णन—scattering
पुनरावृत्ति—revision	प्रकृति—nature
पुनर्जनन—regeneration	प्रकेवल—absolute
पुनर्जनित्र—regenerator	प्रक्रम—stage; process
पुनस्थापन—restoring	प्रक्रिया—action; process
पुरुभाजन—polymerisation	प्रक्षेपण—projection
पूतिगंधिता—rancidity	प्रक्षेपी—projectile
पूरक—filler	प्रचण्ड—intense
पूर्वगामी—precursor	प्रजनन—reproduction
पूर्वधारणा—prejudice	प्रजाति—genus
पूर्वविटामिन—provitamin	प्रजाल—lattice
पूर्वाभास—anticipation	प्रज्वलन—ignition
पूर्वावधान—precaution	प्रणाली—system
पूर्वक्षेपण—exploration	प्रणोदी—propellent projectible
पूर्वोपाय—precaution	प्रतिजानसीकारक—antioxidant
पृथक्करण—separation, insulation	प्रतिकर्मक—reagent
पृथक्त्र—separator	प्रतिकारक—reactant
पृथक्कारी—separator	प्रतिक्रिया—reaction
पेटा—hull	प्रतिक्षेपी—reverberatory
पैठिक—basic	प्रतिचार—response
पैठिक रजक—basic dyes	प्रतिचित्र—negative
पोत—carrack	(photography)
पोषक—nutritive	प्रतिदीप्त—fluorescent

प्रतिधारण—retention  
 प्रतिपूयन—antiseptis  
 प्रतिपूयिक—antiseptic  
 प्रतिबल—stress  
 प्रतिबिम्ब—image  
 प्रतिभूति—guarantee  
 प्रतिमान—scale  
 प्रतिरूपण—reproduction  
 प्रतिलिपिकरण—copying  
 प्रतिलिप्यधिकार—copyright,  
 प्रकाशनाधिकार  
 प्रतिलोमानुपात—Inverse pro-  
 portion  
 प्रतिवेदन—report  
 प्रति-सक्रामक—anti-infective  
 प्रति-संतुलन—counterbalancing  
 प्रतिस्थापक—substitute  
 प्रतिस्थापन—substitution  
 प्रतिहिम—antifreeze  
 प्रत्यावर्ती—alternating  
 प्रत्यास्कन्दन—resiliency  
 प्रत्यास्थता—elasticity  
 प्रथमक—primary, primer  
 प्रथा—practice  
 प्रद्रावण—smelting  
 प्रदीप्ति—fluorescence  
 प्रधार—jet  
 प्रनाड—main pipe  
 प्रबल—strong  
 प्रभरण—charging  
 प्रतिदीप्ति—fluorescence

प्रभव—origin, source  
 प्रभाग—fraction  
 प्रभाजन—fractionation  
 प्रभाजन यंत्र—fractionating  
 apparatus  
 प्रभार—charge  
 प्रमाणिकीकरण—standardization  
 दे० मानकीकरण  
 प्रमोदक—narcotic  
 प्रमेय—theorem  
 प्रयोक्ता—user  
 प्रयोग—use; experiment,  
 application  
 प्रयोगशाला—laboratory  
 प्ररचना—design  
 प्रलाक्ष—lacquer  
 प्रलेप—dope  
 प्रलेपन—doping  
 प्रवणता—gradient  
 प्रवर्तक—originator, propounder  
 promoter  
 प्रविकिरण—irradiation  
 प्रविधि—technique  
 प्रशिक्षण—training  
 प्रशीतक—refrigerator  
 प्रशीतन—refrigeration  
 प्रशीताद—scurvy  
 प्रसरण—expansion, spreading  
 प्रसरण गुणांक—coefficient of  
 expansion  
 प्रमाधक—dresser

प्रसाधन—dressing, toilet  
 प्रसारक—spreader  
 प्रसारण—expansion  
 प्रस्थापन—replace, replacement  
 प्रस्फुटन—efflorescence  
 प्रस्फोटन—detonation  
 प्राणी—organism (जीवाणु);  
     animal  
 प्राप्ति—yield  
 प्रारूप—type  
 प्रारूपिक—typical  
 प्रावधान—provision  
 प्राविधिक—technical  
 प्रेमानुशीली—amateur  
 प्रेरक—induction  
 प्रेषण—transmission  
 प्रोटीनाशिक—proteolytic  
 प्रोप—nozzle, नुड  
 प्रोद्धावन—elution  
 प्रौद्योगिक—technological  
 प्रौद्योगिकी—technology  
 प्रौद्योगिकीविद—technologist  
 प्लवन—floating, floatation  
     फ  
 फफूँद—mould, fungus  
 फफूँदमार—fungicide  
 फलक—blade  
 फलिकन—splintering  
 फली—pod  
 फुँकाई—blowing  
 फेन—foam

फेनक—froth  
     व  
 वधुता—affinity  
 वरुधिका—scutellum  
 वरुथी—mite, (गृहवरुथी)  
     housemite  
 बल—force  
 वानगीकरण—sampling  
 विम्ब—disc  
 बीजतः—algebraically  
 बुदबुद पेय—effervescent drink  
 बुझाया चूना—slaked lime  
 ब्रिटिश ऊष्मा मात्रक—British  
     Thermal Unit (B. T. U.)  
     भ  
 भगुर—brittle  
 भजक-आसवन—destructive  
     distillation  
 भजन—cracking  
 बट्ठी—furnace  
 भस्म—ash  
 भागश—partially, by stages  
 भाप—steam  
 भाप-आगवन—steam distillation  
 भारमितिक—gravimetric  
 भिन्नक—differential  
 भूजना—roasting  
 भूपर्पटी—earth-crust  
 भूगोतिकी—geophysics  
 भृग—beetle  
 भेषज—drug

भेयद विज्ञानज्ञानी—pharmacologist

भेयदज्ञ—pharmacist

भैरविक—pharmacist

भौतिक—physical

भौतिकी—physics

भौतिकीविद्—physicist

भौतिकरसायन—physical chemistry

भौमिकी—geology

म

मयन—churning

मयानी—churn

मदिरा—wine

मलमलनाद—sewerage

मलमलवाह—sewerage

मलमल—scum

मलाई—cream

मलमलना—mashing

मातृकल—gall

मासपेशी—muscle

मासिक—pyrites

मातृद्रव—mother liquor

मात्रा—quantity, content

मात्रात्मक—quantitative

माध्यम—medium vehicle

मान—value

मानक—standard

मानकीकरण—standardization

मार्गी—epidemic

मिठाई—sweets confectionery

मित्रव्ययिज्ञा—economics

मिश्रक—mixer

मिश्रण—mixture, blend, mixing, blending

मिश्रधातु—alloy

मिष्टोद—syrup

मुद्रण—printing

मुद्रणलेखन—type-writing

मुद्रांगम—litharge

मूत्रवर्धक—diuretic

मूलक—radical

मूलरूप (आद्यरूप)—prototype

मूल्यांकन—evaluation

मृषा—crucible

मृदुकरण—softening, tempering

मुग्ध—argillaceous

मृन्मय—muscible

मोम—wax

य

यन्त्र—machine

यन्त्रन—machining

यकृत—liver

यथार्थ—exact

यक्षामक—brewer

यक्षामदन—brewing

यक्षामवनी—brewery

यज्य—malt, malted

यशद—zinc

यांत्रिक—mechanical

यांत्रिकी—mechanics

युग्म—couple

यौक्त्र—gear

योग—recipe, formula  
 योगदान—contribution  
 योगरचना—formulation  
 यौगिक—compound

र

रगद्रव्य—pigment  
 रंगलेप—paint  
 रजक—dye  
 रजक पदार्थ—dye stuff  
 रमाकार—cylindrical बेलनाकार  
 रक्तचाप—blood-pressure  
 रक्षक—protective  
 रक्षण—protection  
 रचना—structure, construction  
 रजत—silver  
 रन्ध्री—porous  
 रसचिकित्सा—chemotherapy  
 रसद्रव—chemical (substance)  
 रसायन—chemistry  
 रसायनज्ञ—chemist  
 राजलेख—charter  
 राजसाहाय्य—subsidy  
 राजस्व—revenue  
 रासायनिक—chemical (adj.)  
 रीति—method  
 रेचक—purgative, exhaust  
 रोगनिरोध—prophylaxis  
 रोगाणु—pathogenic organism  
 रोगाणुनाशक—disinfectant  
 रोगाणुनाशन—disinfection  
 रोगोत्पादक—pathogenic

रोटीघर—bakery  
 रोध—resistance  
 रोधी—resistant  
 रोपण—plantation, depositing,  
 inoculation

ल

लक्षण—character, symptom  
 लघु—small, light, minor  
 लघुक—light  
 लवण—salt  
 लवणजल—brine  
 लवणन—salting  
 लवाई—harvesting  
 सादारक—lake  
 लुगदी—pulp  
 लेखन-सामग्री—stationery  
 लेखा—account  
 लेखापाल—accountant  
 लेपी—paste  
 लोक—people, public

व

वग—tin  
 वश विचालन—poling  
 वनस्पति—vegetable  
 वनोद्योग—forestry  
 वपोति—adipose  
 वमनकारी—nauseous  
 वरिमा—space, दिक्, आकाश  
 वर्ग—group  
 वर्णक्रम—spectrum  
 वर्णक्रमदर्शी—spectroscope

वर्णक्रमरेखी—spectrograph	वितरण नाड—service pipe
वर्तनांक—refractive index	वितान्यता—extensibility
वर्तनाद्य—refracting	विदरण—दे० भजन, cracking
वर्धन—growth	विद्युत चुम्बक—electro-magnet
वलय—ring	विद्युत स्थैतिक—electrostatic
वल्कनीकरण—vulcanization	विद्युदक्ष्य—electrolyte
वसा—fat	विद्युद्वज्र—electrode
वसीय—fatty	विद्युदंशन—electrolysis
वस्तिकर्म—cinema	विधा—दे० प्रक्रिया, process
वस्त्रोद्योग—textile industry	विधातु—gangue
वाणिज्यिक—commercial	विघासन—processing
वानन—acranon	विधेयक—bill (legislation)
वाद—doctrine	विनिमय—exchange
वायवीय—pneumatic	विनिमायक—exchanger
वायुमण्डल—atmosphere	विन्यास—arrangement
वायुमण्डलीय—atmospheric	विपयन—aberration
वायुयान—airship	विभव—potential
वाष्प—vapour	विमलन—scouring
वाष्पन—evaporation	विमान—aeroplane
वाष्पशील—volatile	विमुक्त—liberated
वाष्पित्र—boiler	विमोचन—liberation
विश्राक्मीकरण—deoxidation	वियवन—dissociation
विकरण—denaturation	वियशदन—dezincing
विहाचरण—devitrification	वियोजक—disintegrator
विकास—development	वियोजन—disintegration
विकसक—developer	विरजन—bleaching
विकिरण—radiator	विरजक—
विकिरण—radiation	विरजनकारक—bleacher
विक्षेपण—dispersion	विरजनकर्मी—
विगोपन—expose, exposure	विरचना—preparing, making
विचालन—stirring	विच्छेदन—decomposition

वैधानिक—legal  
 विरजनन—desikering  
 विलयन—solution  
 विलयनीकरण—solubilization  
 विलायक—solvent  
 विलास-वस्तु—luxury  
 विलीन करना—dissolve  
 विलेय—soluble  
 विलेयता—solubility  
 विवर्तनी—trunion  
 विवाहन—dearing  
 विनिष्टि—specification  
 विश्लेषक—analyst  
 विश्लेषण—analysis  
 विपाकित—poisonous, toxic  
 विपायण—poisoning  
 विपाकता—toxicity  
 विमरण—diffusion  
 विमर्जन—discharge (elec)  
 विस्तारक—extender  
 विस्तारोद्वाप्यन—exaporation  
 विस्थापन—displacement  
 विस्फोट—explosion  
 विस्फोटक—explosive  
 विहित—prescribed  
 विह्वसन—deterioration  
 वृक्क ग्रन्थि—adrenal gland  
 वेदना-हर—analgesic  
 वेधशाला—observatory  
 वेदम—chamber  
 वैज्ञानिकीकरण—rationalization

वैमानिकीय—acronautical  
 व्यवकलन—subtraction  
 व्यवकाली—subtractive  
 व्यवसाय—profession, vocation  
 व्यापार-निषेध—embargo  
 व्यापन—impregnation  
 व्यापित, व्याप्त—impregnated  
 व्यावहारिक—practical, applied  
 व्यास्त्रेपण—dialysis  
 व्युत्पत्ति—derivative  
 व्युत्पन्न—derived

क्ष

शकु—cone  
 शक्ति—power  
 शक्यशक्ति—potential power  
 शमक—sedative  
 शरावक—dish  
 शर्करा—sugar  
 शलममह—mothproof  
 शलिका—shed  
 शल्क—scale  
 शल्कल—flake  
 शल्यक—surgeon  
 शल्यचिकित्सा—surgery  
 शस्त्रसभार—armament  
 शिरोपण—tipping  
 शिलामुद्रण—lithography  
 शिल्प—craft  
 शिल्पकार—craftsman  
 शिल्पी—architect  
 शीकरक—sprayer



शीकरन—spraying  
 शीतन—cooling  
 शीत-संग्रहण—cold storage  
 शीलाचार—code of ethics  
 शुद्धता—purity  
 शुद्ध स्पिरिट—rectified spirit  
 शून्यक—vacuum, दे० निर्वात  
 शृङ्खला—chain  
 शैल—rock  
 शोधन—purification  
 शोभाधार—fashion  
 शोषक—drier  
 शोषण—drying  
 श्यान—viscous  
 श्यानता—viscosity  
 श्लिपीय—gelatinous  
 श्लेपिका—micelles  
 श्रीपत्र—papyrus  
 श्रेणी—grade, qualities, series

## स

सकलन—addition  
 सकाच—screen  
 सकाचन—screening  
 सकाली—additive  
 सक्रमण (सक्रामण)—infection  
 सक्रामक—infesting  
 सक्षारण—corrosion  
 सक्षारक—corrosive  
 संगतता—compatibility  
 संग्रहण—storage, storing  
 सघटक—ingredient, constituent

सघनक—condenser  
 सघनन—condensation  
 सघर्षण—friction  
 संचायक—accumulator  
 सतत—continuous  
 सतन्तु—filament  
 सतृप्त—saturated  
 संधान—weld, welding  
 सधानक—welder  
 सधारण—clamping  
 सनाल—conduit  
 सपरीक्षा—experiment  
 सपीडन—compression  
 सपुजन—sintering  
 सवलन—reinforcing  
 समोहक—hypnotic  
 सयन्त्र—plant (machinery)  
 ससंयोजन—compounding,  
 combination  
 ससंयोजकता—valency  
 संरक्षण—conservation  
 संरचना—constitution; composition  
 सरस—amalgam  
 सरसीकरण—amalgamation  
 सरूप—configuration  
 सलागी—coherent  
 सलेख—record  
 सलेखक—recorder  
 सलेखित्र—recording machine  
 सवातन—ventilation

संवादी—corresponding;  
sympathetic

सविरचना—fabrication

सवेष्टन—packaging

सशमन—alleviation

सशोधन—modification

ससिन्धु—synthetic

ससंश्लेषण—synthesis

ससाधन—resource

मस्करण—tempering

सस्थान—institution

सस्थापन—setting, installation

सस्पर्श—contact

सहरित—silage

सहरित-संग्रहण—ensiling

सहित—system

सक्रिय—active

सक्रियित—activated

सक्रियता—activity

सजातीय—homologous

सजातीय श्रेणी—homologous series

समाग—homogenous

समायोजन—adjustment

समारजन—distemper

समीकरण—equation

समुच्छिष्ट—tailings

समुद्र इंजिनियरी—marine engineering

समुद्री तार—cable

समूह—group, agglomeration

सरेस—glue

संरक्षण—maintenance

सर्पिल—spiral

सर्वेक्षण—survey

सविराम—intermittent

सहाय—auxiliary

साचा ढलाई—moulding

साद्र—solid

सांद्रण—concentration

साद्र मुद्रण—stereo printing

मात्रित—concentrated, concentrate

साबुनीकरण—saponification

सामर्थ्य—strength

साम्यावस्था—equilibrium

सायाम—equi-axed

सारणी—table

सायंक—significant

सिद्धान्त—theory, principle

सीमाकर—customs duty

सीमान्त—boundry

सीस—lead (Pb)

मुग्ध—flavour

मुग्धाही—sensitive

मुग्धाहीकृत—sensitized

मुग्धाह्यता—sensitivity

मुग्धक—plasticizer

मुग्ध्य—plastic

मुग्ध्यता—plasticity

मुग्ध्यन—plasticizing

सुतथ्य—precise

सुतथ्यता—precision

मुरभि—aroma	स्यूल—coarse
मुरभिक—aromatic	स्नायविक—nervous
मुवाय—flavour	स्नायु—nerve
मुवाह्य—portable	स्नेहक तेल—lubricating oil
मूदम—fine	स्नेहन—lubrication, greasing
मूदमदर्शिकी—microscopy	स्पन्दन—pulsation
मूदमदर्शी—microscope	स्फटिक—quartz
मूचक—signal	स्फोत—inflation
मूत्र—formula	स्फुलिंग—spark
मेकाई—baking	स्वच्छकर्ता—cleansing agent
स्कद—clot, coagulum	स्वन धालित—automatic
स्कदक—coagulant	स्वाच्छिद—sanitary
स्कदन—clotting, coagulation	स्वास्थ्यधिकारी—health officer
स्तर—layer, level	ह
स्तरकाष्ठ—plywood	हस्तबन्धक—handrail
स्तार—sheet	हाइड्रोजनन—hydrogenation
स्थानान्तरण—transfer	हीनता, हीनाहार—deficiency
स्थापक—mordant	हिमांक—freezing point
स्थायित्व—stability	हिमीकरण—freezing
स्थायी—stable, permanent	हिमीकृत—frozen
स्थायीकरण—stabilization	हिमीभवन—freezing
स्थिरता—fastness, fixity	हृदय-शुक्ति—cockle
स्थिरीकरण—fixation	

अनुक्रमणिका

## अनुक्रमणिका

अ		अमोनियम फास्फेट	३५२
अक्षर मुद्रण विधा	२०३	अमोनियम वाइक्रोमेट	२०४
अगर	५५	—सल्फेट	१३३
अग्नि ईंटें	३५५	अमोनिया ८०, २९९, ३४२,	३५२
अग्नि ब्वायन	५४	— का आविष्कार	३०७
अग्नि चापु	३०९	— सङ्लेपण	३०७, ३५१
अधस्थल सिंचाई	८३	— मांडा विधा	१३२, ३३८
अधिष्ठममह पदार्थ	३९५	अम्ल	१२९
अधिक्रोरीनीकरण	८०	— ऑक्जैलिक	१३०
अधिस्वानिकी	१८७	— ऐम्फाबॉक	१५, ९४, १३१
अपक्षालक १११, ११२, १३४, २९८		— कार्बोवॉक	११८
अपवृत्त गर्करा	६७	— टारटरिक	१२९
अप्पर्ट, निकोलम	५६	— टैनिक	१३०
अक्रोम	८७	— नाइट्रिक	३५२
अभ्रक (माइका)	२२५, ४१४	— निकोटिनिक	१५, ९४
अमिडोपाइरीन	९१	— पिक्निक	१७८, १७९
प-अमिनो बेञ्जोइन मल्फोनामाइड १४२		— पैण्टोथिनिक	१५
प-अमिनो बेञ्जोइन मल्फोनिल-२-		— फार्मिक	१३०
अमिनो थाऱ्जोल १४३		— फास्फोरिक	३५२
प-अमिनो, बेञ्जोइन मल्फोनिल-२-		— वेल्डोइक	१३१
अमिनो पिरीडीन १४३		— वोरिक	१३१
अमृत की खोज ३०६		— व्युट्रिक	३४, ५०
अमेरिकन मिरामिक सोमायटी ४१२, ४१६		— लैक्टिक	३१, ५०, १३०
अमोनियम क्लोराइड १०९, १३४		— मल्फ्यूरिक	३२६, ३२७
अमोनियम परसल्फेट १३५		— माइट्रिक	१२९

— मैलिगनिक	१३१	आटा पिमाई	१७
अयस्क प्लवन	३६१	ऑर्डीलिग, डब्बू	२९२
अयस्क माटण	३५६, ३६०	आनगवाड़ी	१३४
अरण चर्मना	९३	आयरन टैनेट	२१०
अर्गेट	२१	ऑयल एण्ड कलर केमिस्टम अमो०	२४४
अगोस्टिरोन	१४३	आरोम्य प्रबन्ध	७६
अर्घ चोम विषा	२६२	आगंन	३०६, ३०७, ३५१
अडूमिनियम	३५५, ३५६, ३५८	आर्गोलियम लाइम स्टोन	४०१
— मरफेट	७९, २००	आयोडिन (आयोफार्म)	९०
अन्डामेरीन डू	२३०	आफोड विषा	३७८
अन्फा मिथिल नप्पलीन	२३०	आर्मेट्राग	१४४, १५६
अवकल प्लवन	३६१	आर्मफिनामीन	९१
अवपक विषा	८३	आर्मोनिक	११६, ११८, ३८५
अवपक गैस	८४	आर्मोनिक जमल	९१
अवाउ जीवीय किष्कन	८४	आल्कारिक रंग रेषा का विकास	२३२
अस्मि चारकोल	४५	आलू	६९
अस्लेप	१८	आवसा	८२
आ		आमजक	२४६, २६५
आइमोनेन	२५४, २५६	आमजक, स्टार्च	२७२
आइमोप्युटेन	३१७	आमजकों का अमिनव विकास	२७३
आक्सीनिक अम्ल	१३०	आंसबोर्ग	१८
आक्टोन	३१९	आहार पोषण	१३
—मान	३१९	इ	
— मल्ला	३२१	इंक प्लाष्ट	२१२
आशीर (मैटेक)	२४८	इग्लिश मिथानिक मोनायटी	४१२
आशीर विषा	२५१	इवन, मसिल्ट	३२१
अक्मोएमिटिलोन ज्वाला	३०९, ३१५	इंजीनियरिंग स्टैंडर्ड्स कमेटी	४०२
अक्मोकरण	३८५	इण्डिया	१६८, २११
अक्मोजन	३०८	—, इत्रिम	३४१
अक्मोजन-फो-हाइड्रोजनिकविनी		इथिलीन	२२३, २५६, ३१४
वापर	३८२	— ऑक्साइड	१२४, ३१५

— वगोराइड	३१५	उष्ण वाष्प धूमन यंत्र	१२८
— ग्लाडकौल	३२२, ४४२	उष्णसह पदार्थ	३५४, ३९४
— ग्लाइकोन मॉनो इथिल ईथर	१३७	उष्णसह भट्टिया	३९७
— डाइक्लोरोगाइड ट्राइक्लोरो इथिलीन	१४९	उष्णीय प्रसरण गुणांक	४२०
— डाइमल्फाइड	२५७	ऊ	
इथिलीडीन ऐनिलीन	२५०	ऊन	१८६
इथिलीडीन लैक्टेट	१३७	—' कृत्रिम	३२७
इथेन	३१७, ३१८	—' मोम	१०९
इन्सुलीन	९४	ऊर्हीस	१८
इम्पॉरियल केमिकल इंडस्ट्रीज	१७८, ३००	ए	
इम्पॉर्ट ड्यूटीज ऐक्ट	९९	एअलिक	९१, १४२
इमोमिन	१०१, २११	एक्मैन	१९९
इलियड	२५८	एकिलिक एस्टर	२२१
इस्पात	३५५, ३५८, ३६५	एक्वलीन	१०८
इस्पात, ठलवा	३५९, ३६५	एचार्ड	४२
ई		एटाक्सिल	९१
ईथर	१४०	एट्रोपा बेलाडोना	१४१
उ		एडिगटन	२८०
उड, आर० डब्लू०	४२३	एडिलिन्यु रीति	३२०
उड स्पिरिट	७१	एनाबामिस एफिल्ला	१२१
उत्प्रवाही	८२	एनाबासीन	१२१
उत्प्रेरक	३२९	एनामल	२३३, २३५
उत्सारण तल्प	८४	एनामल, सश्लिष्ट	२३५
उत्स्फोटक विस्फोट	१७९	एनामलीकरण	४२७
अपवृक्क ग्रन्थि	९३	एन्यूरीन	१५, २३, ९४
उर्वरक,	१, २	एप्सम साल्ट	१३४
उर्वरक, अमोनियम नाइट्रेट	३५२	एफिड्रीन	९४
उर्वरक, नाइट्रोजनीय	३५२	एबोनाइट	२४७
उर्वरक, फास्फेटिक	४	एमाइलोक्रेन	९०
उल्काश्म ( मिटिबोरा ) इट	३५७	एलर्जी	१०३
		एल टेस्टर	६५

एलॉयस सेनेफेन्डर	२०६, २०७	— कओरोफार्म	८०, १३९, १४०
एलेक्ट्रान सटनमन	२६४	— नाइट्रम ऑक्साईड	१४०
एलेक्ट्रान मूहमदर्शी	२६५	ऐन्थानोन	१२१
एलिड्रज, ए० ए०	९३, ३०२	ऐमिल ऐमिटेड	१३७
एल्फेन्सो पोर्टविन	२०७	ऐमोनल	१३९
एमिटामॉन	१४२	ऐलमोर विद्या	३६१
एमिटिनोन	२५६	ऐल्कोहल	६९, १८९
एमेटेनिलाइड	९१, १४२	ऐल्कोहल, प्रकेवल	७०
एस्किमों	२५८	ऐल्बुमिन	२०७
एस्पार्टो घाम	१९७, १९९	ऐबौगाडो	३०५
ऐ		ऐमबेस्टाम	२२०, २२१
ऐक्रिडीन	९०, ९२	मिएंड ड्राप्प	५४
ऐक्रिलेडीन	९०	ऐस्कार्बीक अम्ल	१५, ९४, १३१
ऐजाइड	१७८	ऐम्परीन	८८, ९१, १४२
ऐडियोड्रापिक आसवन	७०	ऐम्फाट्ट	३१८, ४०६
ऐटमास्फिरिक ग्राइवटस क०	३४७	ऐस्फास्टिक बिटुमिन	४०६
ऐटेक्विन	९३	ओ	
ऐट्रोपीन	१४१	ओक	२६०
ऐट्रिनैलीन	९३	— उड	२६०
ऐण्टीपायरेटिक	१४२	ओजोन	७८, ११८, ३०९
ऐस्पिरान	८८, ९१, १४२	ओलिक अम्ल	१०७
फिनाडीन	१४२	ओलिन	१०८
फिनानिडिन	१४२	ओलियम	३३१
ऐण्टीमनी	११८, ३८५	ओस्ट्राडापोल	१४४
ऐण्टीमनी व्हाइट	२२८	ओस्ट्रियोन	१४४
ऐण्ड्रूज, टामस	३१४	ओस्वाल्ड	३४९
ऐनीलीन	९१, १५४	ओ	
— ब्लू	२११	ओद्योगिक फिनिस	२००
— ब्लैक	१६८	क	
ऐनेत्येटिक	१४०	कपाम, कृत्रिम	१९५
— ईयर	१४०	कप्लिय प्रतिक्रिया	१५७



कागो कोपल	२२६	— निर्माण	१३६
कागो रेड	१५५	कार्बन मानोऑक्साइड	३१३, ३५१
कामा	३५८	कार्बन, मत्रिय	७८, ८०
कास्य युग	३५८	कार्बनीय जिफोलाइट	८१
कांक	११८	कार्बोटेराल	१३८
काभैक बान्डी	७३	कार्बोनिड कथोराइड	३१३
काच	४१५	कार्बोनिड अम्ल	११८
—, उड	४२३	कार्बोहाइड्रेट	१३, १८८, १९८
—, की मरचना	४१७	कार्बो पट्टिका	६२
—, जीना	४१७	काम्पे विधा	३५०
—, टफेण्ड	४२१	विषय विधा	७२
—, पाइरेक्स	४२०	विषयक	६६
—, प्रकाश	४२२, ४२३	किर्चाफ	४५
काचीय एनामल	४२५	कांटमार	११९, १२४
काण्टे	२१५	—, उदर विष	११९
कार्लिन द्रव्य	०८	—, घूमक	११९
कार्फे स्टिल	७५	—, मम्पस	११९, १२४
कार्बोमल	८९	कीटोन बां विलायक	७३६
कार्मीन	१०१	कुकुमी	९९
कारो	१५५	कुचिला	१४१
कार्बाइट	१३७	कुन	०७
कार्बोनेट	१८१	कुनैन	८७
कार्बोनालाम क०	४२०, ४२१	कुमारीन	९८
कार्बोना मोम	१०९	कुम्भकला	४२५
कार्बन ल्यूटियम हार्मोन	१५४	कूलिज	१८७, १८८
कार्बन, अस्थि	४५	कृषि	१
कार्बन टेट्राक्लोराइड	१३८, ३१५	केओलीन	९५, १००
कार्बन डाइ ऑक्साइड	२६, ८४, ३१३, ३५१	केम्युले	१५६
कार्बन डाइ मल्फाइड	१३५, २९२, २९३ ३१५,	केजल्यूर	१७८
		केडीन	३१, २२४, २३०
		केनाइट	१३३

बेमिबल टेक्निकल ऐम्पेरोमेण्ट		कैवैप्टिंग, हेनरी	३०६, ३४४, ३४६
स्टेसन	४१२	कोक	८३, २९९, ३५०, ३५१
बेम्फोन	९७	— ओवेन गैस	३५१
बेरोलिन	३२०	— गैस	३०३
बेग प्रमायक	१०३	कोकेन	९०, १४१
कैटेचॉन	९३	कोको	४९
कैप्डेलिना	१०९	— बेक	५१
कैपेट-रे-ऑसिरोसाक	२८१	— बून	५०
कैमिडागो स्टैमिलागो	३०५	— बटर	३८, ३९, ५१
कैमिक एम्टर	७३	— बॉन	४९
कैमेरा	२८२, २८३	— मास	५१
कैमोमादल	१०३	कोको, बिन्दु, — गार	५१
कैरोटीन	१५, ३४	कोचीनिल	२११
कैमिडानडोड घोल	१६	कोटक क०	४२४
कैलोमल	१३४	कोटाओम विषा	२८०
कैमिडैरॉल	१५, ९४, १४३	कोनिकर	२६०
कैमियम	४३, ७९, ८१	कोवन्ट ड्यू	२३०
— अट्टुमिनेट	४०१	कोवन्ट लिनांरिपेट	२३२, २३३
— ओक्साइड	४१७	कोवन्ट साबुन	२५३
— कथोराइड	५७	कोमला और उससे देखाइन	२८६
— कार्बाइड ३, २५६, २९९, ३८५		कोरोमिव मुन्दरीमेट	१३४
— कैडिनेट	२७१	कोड गैस शोधन विधा	२९०
— फास्फेट	४	कोल्त्रार	२२०, २९७, २९८
— मन्काइड	२८९	कोल क्रिकेटम	२९८
— मन्काइड	२९०	कोल्म्बर	३५५, ४२९
— मन्केट	१०७, २८९	कोरोसिड	२६९
— नाबून	१११	कोरोडियन बॉटन	१७८
— नामनानाइड	३४५	कोरोडियन पायस	२७६
— मिडिक्ट	१११, ४०१, ४०२	कोन्वे	८८
— हाइपोक्थोराइड	२००	कदुप्रामोनिदम विधा	१९१
कैवैप्टाग्रो	८७	कदुप्रिक्थोराइड	३२०

कृत्रिम हाड्डाकलाप	१००	क्याग्निन विमान	१३८
कृत्रिम	३६०	क्योनेन ३८, ३९, ८२, ९०, ११६,	
क्राफ्ट विद्या	६९०	११३, १६५, ३१०, ३३६, ३३९,	
क्राफ्ट	१००	३४०, ३४१	
क्रान	१९८, १९९, २००	क्योनेनीकरण	८०
क्रान और बेदन विद्या	१९९	क्योरोदान	८०, १३९, १४०
क्रिस्टल	३०६	क्योग्रुट्टाडोन	२५६
क्रिस्टल	११८, २०८, ३००	क्योग्रुट्टाड	८९
क्रिना	९०, २२१	क्योरो नंदा क्रिमा	९०
क्रै—क्रिमा	९०	क्योरो नंदा क्राफ्टिना	९०
क्रिमेनियम रोडियम	१२२	क्योना	११३, १४१
क्रिमेनियम मिनेगमि क्रोडियम	१२२	—, इति	१५४
क्रिस्टल वायु	९०	—, नल्लेट	१०२
क्रान	९९	क्रान उद्योग	३३४
— क्रान टागटर	५६	क्रान क्राफ्ट	६९
—, क्रान	९९	क्रान क्रान	८९
—, क्रान	९०		
—, क्रान	१००	क्रानिद क्रान	३५४
—, क्रान	१००	क्रान विद्या	३८५
क्रान, क्रिस्टल ३८३, ३४३, ४०३		क्रान	१३
क्रान	१३१, १८०	—, क्रानि	६०
क्रानि विद्या	३०१	—, क्रान	१३
क्रान एली	२११	—, क्रानि	१५, १६
क्रान माक्रिस्टलम क्रान	४४०	—, क्रानि	६०
क्रान क्रान	२६१	क्रानादी	१३
क्रान विद्या	३५०, ३५१, ३५२	क्रानि	१०३
क्रान, क्रान	२०३, २०८	क्रान (क्रानि)	२६०
क्रानि	१६३	क्रान (क्रानि)	२०३
क्रानि	२००		
क्रानि	८३	क्रान	१०१, ३८५
क्रानि	३८, ३९, ९०, ११८, ३३०	क्रानि	३८५

गवक डाइऑक्साइड	२९३	—, एनामलकृत	२६४
गधराल	१०६	—, कमाने की विधा	२५८
गटापावाँ	२५४, २५७	—, कमाने के द्रव	२६०
गन कोटन	१७७, २२२	—, कृत्रिम	२५२
गिवन, ए० जे०	२४४	—, धाव्य	२५८
गुडइयर, चात्सं	२४९	चर्वी	३८, १०५, १०६
गै-रुमक	५८, ३२८, ३२९	चर्म पत्र	१९६
गेहूँ	४६, १०८	चाँदी	३५७
—, आम्ब्रेलियाई	२०	चाक	४५
—, मेनिटोवा	२०	चाकलेट	५१
गैल्वनाइज्ड इस्पात	७९	चान्म क्लाय विधा	२२६
गैल्वनीकरण	३८८	चायनीज डब मॉपल	२३१, २३८
गैरिक	२१७	चारकोल	४५, २१४
गैममाइट एण्ड कोक क०	२९०, २९३	चारकोल, बस्थि	४५
गैमालिन	३२१, ३२४	—चारकोल, मक्रिय	
गोद	५५, २६५, २६९	चाडॉनेट	१९०
गोल्डनर, स्टीफेन	५७	चात्सं, जे० ए० सी०	२४६, ३०५, ३०७
ग्रानिंग	१६५	विटेण्डन	४९
ग्राहम	४३	चिली साल्ट पीटर	१३३
ग्रिन, ए० जी०	१५९	चीनी मिट्टी	१००
ग्रिफिय, आर० एच०	२९३	चून पत्थर	८१, ४०१
ग्रीम, जे० पी०	१५४	चूना	७८, ८०, ८१, ११६
ग्रेफाइट	२०६, २१४, २१५, २१७	चेस्टनट	२६०
ग्लिमरीन	१०५, १०६, १०८, १०९, २०५, २११	चेस्टनट पाउडर	११६
ग्लूकोज	४५, ५५, १०९	चेवस्ल	१०५
ग्लूटेन	२५, २७	घोटा	४१
ग्लोवर	३२९	घोर पण्टी	४२४
ग्लोबमं साल्ट	१३४	छ	३४
च		ज	
चमडा	२४६, २५७	जन विस्फेपक	१५, १६
		जल, कठोर	१११

जल, क्षेप्य	८५	जेरहार्ट	९१
जल-धातुकर्मिक-विधा	३८८	ज	
जल-परीक्षण	८५	टम्पटन	३६३
जल-पदार्थ	७८	टरपेष्टाइन्	९७, २३१
जल, मृदु	१११	टर्की रेड	१४५
जलयान निर्माण	४२९	टर्बर, डब्लू ई एम	४१६
जल सक्कन	७६, ७७	टर्पिनियोल	९७
जलमह पदार्थ	४०३	टामम	१६०, १७३
जल-गोधन	७७	टामस-गिलक्राइस्ट पैठिक विधा	३७३
जाइमेज	६८	टामम विधा	३७३
जॉइन्ट, सी जे०	२०६	टाम्मन	१६०
जिक ह्वाइट	२२८	टायफम ज्वर	८९
जियोलाइट, मशिलप्ट	८१	टायफायड	७७, ७८
जियोलाइट, कार्बनीय	८१	टायर	२५१, २५५
जिलैटिन ५५, १९७, २०८, २६८		टार	२९९
— डायनामाइट	१७८	टारदरिक अम्ल	१२९
— कैरिक क्लोराइड	२०८	टिर्टनियम डाइ ऑक्साइड १००, २००	
— मिठाई	२६७	टिर्टनियम ह्वाइट	२२८
— ग्लास्टिंग	१७८	टिन पेट्रिका	६२
— स्टार्च	२६९	टिल्थ मैन	१९८
जिलैटिनाइज्ड नाइट्रोग्लिसरीन	१७८	टिल्टेन, डब्लू० ए०	२५४
जीवाणुनाशन	११७	टी० एन० टी० १७६, १७९, ३२२	
जीवाणुहन्त १४, ३६, ६०, ३१०		टी० मी० पी०	१३९
जूनियर बेरी	७५	टेट्राक्लोरोइथिलिन	१३८
जूमियम, प्राण्ट	१९६	टेट्राक्लोरोइथेन	१३८
जूस्टन मिमेट्रीकरण विधा	४०३	टेट्राथिमियल थ्यूरम	२५०
जेनन	३०६	टेट्राथिमियल थ्यूरम डायसल्फाइड	२४९
जेनरल इलेक्ट्रिक क०	१८७	टेनैण्ट, चार्ल्स	१६६
जेनी परीक्षण	११६	टेस्टोमिट्रॉन	१४४
जेनी, मिनरल	१७७	टैन, जिरकोनियम	२६२
जेवोन्म, डब्लू० एम०	२८६	टैन, टिन	२६२

टैन, फाम्फेट	२६२	डाइनैप्थिल—म० फिनिलीन	
टैन, सडिल्ट;—सिलिकेट	२६२	डाइऐमीन	२५०
टैनिक अम्ल	१३०	डाइ फिनिल ग्वानीडीन	२४९
टैनिन	२६१	डाइव्यटादल थैलेट	१३९
—, सडिल्ट	२९८	डाइ हाइड्राक्सी ऐन्थ्राक्वीनोन	१४६
—, हरीतकी	२६१	डायुरे का आविष्कार	२७५, २७७
टोका बीन	९८	डायनामाइट	१७८, २४०
टोको फेराल	१५	डायर और हॉर्मिंग	३२८
टोलुईन	१३५, २९९	डायस्टेज	१९, ६६
टूबीचेल	१०७	डार्वी	३६६
टूबीचेल विधा	१२३	डाल्टन, जॉन	३०५
ट्रिपैनोडोम	९३, ११७	डिकिन्सन, जॉन	१९७
ट		डिपार्टमेण्ट आफ ग्लास	
डन्स्टन, ए० इ०	५६	टेक० (शेफील्ड)	४२२
डव्या धन्द विअर	६१	डिपार्टमेण्ट आफ सायण्टिफिक	
—, मोठा सपनिश दूध	६१	एण्ड इण्डस्ट्रियल रिसर्च	४१४, ४३७
डव्या बन्धी	५६, ५८	डिप्लोजिस्टिकेटेड एयर	३०८
डव्या सक्षारण	६०	डिवी-डिवी (फल)	२६०
डाइअजो यौगिक	१५४	डिस्टेम्पर	२३६
डाइइथिल मेलोनिलयुरिया	८९	डीकन	३३७
डाइइथिलीन ग्लाइकोल	११	डीजल तेल	३२४
डाइ ऐसिल थैलेट	२३४	डी० डी० टी०	१२४
डाइ ऐसिटोन ऐल्कोहॉल	१३७	डीस बैंक	१२५
डाइक्लोरो इथिलीन	१३८	डुइस वर्ग	१६०
डाइक्लोरो डाइफिनिलट्रा इक्लोरो		डूरेण्ड	५७
इयेन	८९	डेक्स्ट्रीन	४५, ६७, २१२, २७२
डाइकिटोन डाइ एसिटिल	९८	— निर्माण	४९
डाइथायो कावमिट	२५०	डेक्स्ट्रोज	४५
३ ५ डाइनाइट्रो ऑर्बो क्रिमाॅल	१२४	डेरिंग	१२२
३ ५ डाइनाइट्रो ६-साइक्लो		डेरिस इलिप्टिका	१२३
हेक्जिनॉल	१२४	डेविले	३४४

—, अरसी	१०६	—, काड	२५८
डेविम	१६०	—, ताल	१०५, १०६
डेवी, हम्फरी	२८७, ३३० ३३१. ३४४	—, नारियल	१०५
डैमेमीन तलवारें	३५८	—, मकई	३९, १०६
डोएम्बिकन (दस्ताने का चमड़ा)	२५९	—, मछली	४०
डोवरीनर	३३१	—, विनीला	३९, १०६
डॉमैक	९३	—, भरमो, मोयावीन	३९
डोरोबी, जार्डन लॉयड	२५७	—, मोल ब्ले	१०६
डूमण्ड, जैक	५३	तेल, हाइड्रोजनित	४०
ड्राइ आइम	३१४	—, विनीला, नारियल	४०
ड्वायरो टेक्निगे जेसेल्शापट	४१७	—, मृगफली, मोयावीन	४०

त

थ

तम्बाकू	७	थाइम तेल	९७
— वर्जिनिया, भीरियार्ड, नीराजी	७	थाइमोल	९७
तलछटीकरण	७८, ७९	थान इण्डस्ट्रिज आइटूग	४१२
ताम्र	७९, ३८०	थायकोल	२५७
ताम्र एमिटोआर्मेनाइट	१२०	थायराक्मीन	९३
ताम्र प्रसाधन	३८५	थायरायड हार्मोन	१४४
ताम्र सल्फेट	७९	थायामीन	१५, २२
तेल	९६, १०५, १०६	थायोडाइफिनिक्ल अमीन	१२०
तेल, वाष्पशील	९६	थायो यूरिया	२२२
— आरेंज	९६	थिक्मोट्रोपी	२४३, २४४
—, ओरिम	९६-९८	थियोब्रोमिन	५३
—, इलायची	९६	थियोल्बेन्जयायडोल	२४९
—, एज्जोलिका	९६, ९८	थैलिक ऐनहाइड्राइड	२३५
—, गुलाब, चंदन, जीरा, जूनियर,		थोरिबा	२९७
नीबू, नीबूघास, नारंगी, बर्गमॉट	९६		२
—, दुकू, लकड़, लाम लाम	९६	दमक दीप	२८२
—, विण्टरग्रीन, वेस्टवर्ट	९६, ९८	दमिस्क	३५८
—, सिलरी	९६	दह धार	१०६
तेल, अवाष्पशील	३९, १०५, १०६	दह पोटाश	१३२

दह सोडा	१३२, १६३, ३३५, ३४०, ३८५	नाइट्रोग्लिसरीन	१७७, १७८, १७९, ३४०
दुग्ध शर्करा	३५	नाइट्रोजन	३४९, ३५०, ३५१
दूध	३१	— ऑक्साइड	३, ३११
—, उद्वाष्पित	३६	— इन्जिनियरिंग विद्या	३५०
—, गो	३१	— के यौगिक	३४१
—, द्रव	३२	— स्थिरीकरण	३११, ३४३, ३४४, ३४६, ३४९
—, मघनित	३५		
—, क्षुब्ध	३६	नाइट्रोजनीय उर्वरक	३५२
द्राववेचन	३८७, ३८९	नाइट्रो सेलुलोज	२६४, ४४१
ध		— प्रलास	२२२, २६४
धम भुजाई	३८४	नाइलॉन	१९३
धातुओं की रचना	३६२	नासिकीट	१९, २०, १२६
धातुएँ	३५४	—, अन्तागर	१२६
धातु-वर्म-विधा	१८	—, गृह	१२६
धातु रसायन	१ ८	—, भण्डारों और गोदामों के	१२६
धूमक (फ्यूमिगैण्ट्स)	३१५	—, सैनिटरी	१२६
धूमन	१२५	निकेल	२०६
ध्रुवीय पदार्थ	१०२	— ऑक्साइड	४२३
न		— उत्प्रेरक	२९३, ३१३
नमक	१०६	निकोटिन	१०, ११
नर्नस्ट	३४७, ३४८, ३४९	निकोटिनिक अम्ल	१५, २३, ९४, १४३
नवनीत	३३, ३८	निकोटियाना ग्लोका	१२१
—, प्रतिस्थापक	३९	निपीड तापक	५९
—, मीठा मलाई	३४	निपीड पक्व	५९
—, वसा	३१	निमोनिया	९३
नाइट्र	३८५	नियॉन	३०६, ३०७
नाइट्रस ऑक्साइड	१४०, ३१२	नियोजार्सफिनामीन	९१
नाइट्रस वाष्प	११७	नियोनिकोटिन	१२२
नाइट्रिक अम्ल	३२७, ३५२	नियोसालवार्सन	९१, १४२
नाइट्रोकाटन	१७७	नियोप्रेन	२५६



निरावेश दीप (डिस्चार्ज लैम्प)	४१९	परमाणु हाइड्रोजन फुवनी	३०८
निर्माणी उत्प्रवाही	८५	परिरक्षण	११६
निर्वात क्वाथन	५४	—, अण्डा	११६
निदचेतक	१४०	—, कार्बोनेट पत्थर भवन	१३४
—, प्रादेशिक स्थानीय	१४०	—, खाद्य	११६, ११७
—, श्वास	१४०	—, चटनियों का	११६
नील	१४५	—, जेलियों का, फल रसों का	११६
—, कृत्रिम	१४६	—, बालू के बोरों का	११८
नेबेल धाउ	८९	—, मछली	११६
नेराडाल	२६२	—, मास	११६
नेल पेण्डम	९९	—, लकड़ी	१३४
नैप	५०	परिरूपण	१७१
नैप्या	१३५	पग्वहन	४२९
नैप्याल-As	१७०	पर्किन, डब्लू० एच० १५९, १६८, १८१	
नैप्यैलीन	२९३, २९४	पर्किन्स माब	१४९, १५४
नोबल, ऐल्फ्रेड	१७६, १७७, १७८	पलेटियर	८७
नोबोकेन	९०, १४१	पाइन टार	२५१
नोबोलाक	२२१	पाइनीन	९७
नोदक (प्रोपेलर्म)	४३२	पाइरेयीन—१, पाइरेयीन—२	१२२
न्यूटन, आइजक	२०५, ३४४	पाइरोलुमाइट	३३७
न्यूमैटिक टायर	४४१	पामाक्वीन	१४२
न्यूमैटिक रसायन	३०६	पायम	१०१
न्यू-मोन-हे	९८	पायमनकारक	१०२
प			
पचौली	९६	पारदवाष्प दीप	४२३
पन्थर पात्र	४१०-११	पाराफिन हाइड्रोकार्बन	३१७
पनीर	३४	पार्कस	१८९, ३८५
—, चेड्डार, चेगावर	३४	पार्किंग, ए०	२४९
— निर्माण	३४, ३५	पार्कम विधा	३८४
परगामम	१९६	पॉली आइमो व्युटिलीन	२५५
परमाणु सिद्धान्त	३०५	पॉली ऐक्रिलिक एस्टर	२२४
		पॉलीथीन	२२३, २२४

पॉलीविनाइल एसिटेट	२२३, २२४	पोटामियम कार्बोनेट	१०८
पॉलीविनाइल क्लोराइड	२२४	पोटामियम डाइक्रोमेट	१३३
पास्तूर	५८, ११७	पोटासियम नाइट्रेट	२, ४३, १३३
पास्चरीकरण विधा	५८	पोटासियम परमैंगनेट	७९, १०९
पिकल्म, एस० एस०	२४७	पोटासियम परमल्फेट	१३४
पिक्रिक अम्ल	१७८, १७९	पोटामियम फेरोसाइनाइड	१३३
पिच	३२०	पोटामियम हाइड्रक्साइड	१०७, २५१
पिण्डोल मिट्टी	४११	पोर्टलैंड मिमेण्ट	४०१, ४०२
पिपरोनल	९७	पोर्गिनेन	४१०
पियरड्युप्स	५४	प्रकेवल ऐल्कोहाल	७०
पिरीडीन	७१, ३१८	प्रतिपूयिक	९०, ९७, ११७, ११८
पिरीडाक्सीन	१५	क्लोराफीन	९०
पीपरीटोन	९७	क्रिमाँल	९०
पीला, एम	२५१	पेनिसिलीन	९१, ११७
पूति गंधिता	३४	फिनाँल	९०
पेक्टिन	१३, ३२, २६९	हैलोडोन	९०
पेट्रोलियम	२९९, ३०१, ३१७, ३१८	प्रतिहिम	३२२
— ईथर	१३५	प्रयोगशाला रमद्वय	१३९
— गैस	२५६	प्रनाक्षरस	२३९
— भजन	२५८	प्रभूति-ज्वर	९२
पेण्टाहिरिघिटाल टेट्रानाइट्रेट	१७९	प्रशीतक	५३
पेन्टेन	३१७	प्रनीताद	५७, ९४, १३१
पेनिसिलीन	९१, ११७	प्राण्टोमील रेड	९०
पेन्सिल	२१४, २१६	प्रिञ्जल	११५
—, लिर्नन अवन	२१८	प्रिवोस्ट	१७३
पेरिम घीन	१२०	प्रिस्ले, जोमेफ	४३, १४६, २४६, ३०६
पेरेग्रिन, फिलिप्स	३३१, ३३२		३०८, ३०९, ३४६, ३४४
पैण्टोयिनिक अम्ल	५	प्रूमियन ब्लू	१२५, २३०
पैपियर, मासो	२०६	प्रोकेन	१४१
पैरिम ह्वाइट	२३७	प्रोकेन हाइड्रोक्लोराइड	९०
पोटासियम आयोडाइड	९५	प्रोजेस्टरॉन	१४४

प्रोटोन	३२	फैरेडे ८७, ९०, २०६, ३३१, ४१६	
प्रोड्यूसर गैस	३५१, ४१३, ४४३	फैरेडे मोनायटी	२६९
प्रोपिलिन	१०९	फोटोग्राफी	२७५
प्रोपेन	३१७, ३१८	— इन्क्रा रेड	२८५
फ		— पायम	२७७
फनंक्चनल ग्रुप बीजमैत विधा	१३६	— रगीन	२७८, २७९
फाक्स टैलवाट	२०४, २७५, २७७	फॉडिनिघर व्रदम	१०७
फारसी बेरी	१४५	फौरनाय, एफ०	११६, २४६
फार्माइडीहाइड २२०, २२२, २५९, २६७		फयूमिगेसन	१२५
— गैस	११६	फ्रैक्चरिङ	९२
फार्मिक अम्ल	१३०	फौन हाफर	४१६
फालिक्वूलर हार्मोन	१४४	फिल्ट	४११
फास्फीन	३१०	फिल्ट बायर विधा	३८४
फास्फोरिक अम्ल	३५२	फ्यूओ अलुमिनेट	१२०
फिनाइलइथिल मेलोनिलयूरिया	८९	व	
फिनाजोन	९१, १४२	बटर मिल्क	३४
फिनाल ११८, २२०, २६२, २९९		बभ्रुकी	२१७
फिनाल फार्माइडीहाइड २२१, २७१		वरमिघम टेम ऐण्ड रिहा	
फिनामेटिन	९१, १४२	डिस्ट्रिक्ट ड्रेनेज बोर्ड	८४
ए-फिनिल डाइ अमीन	१०३	वहधिका, चूणित	२९
फिनिल मैथिलऐमीन	२५०	वर्कलैण्ड आइड विधा	३४७, ३४८
फिनिशिय	१७१	वर्गण्डी पाउडर	११६
फिनोवाबी टोन	८९	वजियम विधा	३००, ३०१
फिलिप्स, पेरेग्रिन	३३१-३२	वर्गलैट	१६६
फिशर, इ०	१५६	वर्गमेन	१६६
फिशर, ओ०	१५६	वाईटारटरेट ऑफ पोटाश	७२
फिशर ट्राप्स मश्लेषण	३०१	वाक्नाइट	४०२
फुजहैम दानित केन्द्र	२८९	वायोटीन	१५
फेरम मल्फेट	७९, ९५	वारोडेज	२१४
फेयर व्रदस	१८	वार्डर	९२, ९४
फेजर विधा	३५०	वार्डोटीन	८९

वागी, मान्डेड	७३	वैकान्पाइट	२२०
वाल्	७८, ४००	वैग, लारेन्स	३६३
वाल् वुण्ड	८२	वैग, विन्डियम	३६३
वाल् चून ईट	३२४	वैटरमिया पावर स्टेशन	२८८
वामिन्ड बेलन्दाइन	३२८	वैडले	१६०
विज्जर	६१, ६५, ६६	वैडिमे ऐनिलिन एण्ड सोडा फैब्रिक	
विट्टुमेन	४०६		३३२, ३४९
विन्डिग रिमचं बोट	४०३	वैरीड्यू, थार०	२६५
विवैन	१९१, १९२, २००	वांछाडोट, जी०	२५४
वुत्तनर	६८	वांगुल्लुल्ला उत्काशम	३५७
वुन्मन ज्वालक	२९६	वांटिगर	१५५
बूटाडीन	२५५, २५६	वांटोमियण	११६
बूना, एन० तथा बूना, एम०	२५५	वाोन चाइना	४१०
बूना उद्योग	२५६	वाोनापाट	४२
बेकन, ऐज्जर	१७५	बोरिच अम्ल	१३१
बेकिंग पाउडर	३३९	बोरैकम	१३२, १३४, ४२६
बेञ्जलीहाइड	९८	बोरोसिलिकेट ग्लास	४२७
बेञ्जाल	२९७	बोल्स्टोन	२२०
बेञ्जीन	७२, ८७, ८८, १३५, २५६, २७२, २९९	ब्यायल नियम	३०४
बेण्टोनाइट	१२१, २४४	ब्यायल, राबर्ट	२९०, ३०४, ३०६
बेण्टोनाइट मयुक्त	१२०	ब्युटिरिक अम्ल	३४, ५०
बेन्जोइक अम्ल	११६	ब्रिटिश असोसियेशन फॉर दि	
बेन्जोइल बेन्जोवेट	८९	एडवान्समेंट बाफ साइन्स	३६९
बेन्जोकेन	९०	ब्रिटिश स्टैंडर्डम स्पेसिफिकेशन	४०२
बेलन रीति	३६	ब्रिटिश स्टैंडर्डम इन्स्टिट्यूशन	४०५
बेसल नारकोटिक	१४०	ब्रिटिश स्टैंडर्डस पब्लिकेशन	२७२
बेमेर परिवर्तक	३७४	ब्रिलियन्ट ग्रीन	९१
बेमेर विधा	३७४	बूनर मॉण्ड एण्ड कं०	३३९
बेस्ट	९४	बैकोनॉट	१७६, १८९
बैकलैण्ड, एच० एल०	२२०	ब्रेग, मर विलियम	३६३
		ब्रोमीन	२५३

विलिस्टर कापर	३८१	मल द्रव	८२
व्हीचिन्ग पाउडर	८०, १६६	मलाई	३३
	२००, ३१०	मलेरिया	८७, ९४
व्हु, कोवल्ट	२३०	मस्टर्ड गैस	३४१
व्हु, पाउडर	३८०	मस्प्राट, जेम्मा	३३५
व्हु, प्रदान	१२५, २१२, २३०	माण्ड विद्या	२५०
व्हु, विषो	२९०	माण्ड विद्या	२७७
व्हु, माँनस्ट्रल	२१२	माँय	७०
व्हु, माँनस्ट्रल फॉस्ट	२३०	माँरिम	९७
व्हु, सात्युल्ल	१६८	माणन, मी० टी	२२०
व्हुक पाउडर	१७७	माणरोन	१५, ३२
व्हुक लेड	२१४, २१५, २१७	माग्राफ	४२
म, म		मार्टन	१६१
भापामवन	७०	माफानिल	९३
भारी रमद्रव्य	३२६	माफॉन	८७
भिलावा	२१७	माशं गैस	३१४
भजई	६९	माशं, जे० टी	१७१, १८३
भदिरा	७२	माणिदहनम	३६३
भधु	६५	माल्टोड	१९, ६७, ७७७
भध्यम तेल	३००	मा हीय पीषा	९४
भन्ना (भीरी)	३१५	मिचेल, मी० ए०	२०
भरकपूरिक ब्लोराइड	११८, १३६	मिट्टी के बर्तन	४१७
भरकपूरोज्ञांम	०१	मिट्टाई	५४
भर्करो	११८	— उत्साहन	५४
भर्करी कन्मीनेट	७२, १७६, १७८	मिथिल नैप्योक्सीनोन	१५
भर्वाफेन	०३	मिथिल ब्रोमाइड	२०९
भर्मर, जॉन	१७१, १८२, १८३, १९०	मिथिल मैन्सिलेट	९८
भर्मगइवेगन	१८३	मिथिल बायलेट	१६८, १७७, २१७
भर्मरीकरण विद्या	१७१	मिथिलीयित स्फिरिट	३१३
भर्मरीयन विद्या	१८२	मियेनाल	१३६, २२०, ३१३
भल का उपचार	८१	मियेन	३१४



—, मधुमक्खी	१०८, १०९	—, स्पिरिट	१५१
—, वनस्पति	१०९	—, मोमी	१५१
मोम वस्त्रियाँ	१०८	—, लाक्षक	१५१
मोनो	११५	रगद्वय	१०१
य		रगलेप	२२८, २३३, २३६
यग गुणाक	४१९	—, कठोर छवि	२३५
यग, जेम्स	३२४	—, नेल	२३३
यग, टामस	२०५	—, नेत्र	९९
यगद	११८, ३३५, ३५८, ३८५	—, नख	९९
यगद आइसोप्रोपिल जैन्थोजिनेट	२४९	रगलेप उद्योग को रसायन की देन	२४२
यगद आक्माइड	१००, १०७, ४२६	रगलेप के माध्यम	२३१
यगद आयोडाइड	३३४	रगलेप तथा धाविसा	२१९
यगद इन्मुलीन	९३	रगोन फोटोग्राफी	२७८, २७९
यगद क्लोराइड	११८	रजक १४७, १४८, १४९, १५०,	
यगद डाइइथिल थायोकार्बोनेट	२४९	१५१, १५२, १५३, १५४, १५५	
यगद ब्लैण्ड	३८६	—, अम्ल ऊन	१४८
यव	६५	—, अनाश्रित	१४९
यवामदन	६५	—, अनाश्रित कपास	१४७
यव्य मदिरा	६५	—, एजो	१५५
यव्य मिरका	६९	—, एलिजरीन	१४८
यॉस्ट	५०, ६६, ६८	—, ऐनिलीन	२११
युक्लिप्टस तेल	९७	—, कृत्रिम	१४७
युक्लिनाँल	९७	—, कुण्ड	१४८, १४९
युक्लेविन	९०	—, क्रोम तथा स्थापक	१४८, १४९
यूरिया	८९, २२१, २२२	—, पैठिक	१४८, १४९
यूरिया फार्माइडीहाइड	२२१, २७१	—, माइण्ड	१४९
यूरिया फार्माइडीहाइड निर्माण	दिवा	—, सडिल्ट नील	१४८
	२२१	—, लाक्षक	१४८
र		—, सल्फाईड	१४७
रग	१५१	रजक पदार्थ	१४५
—, तेल	१५१	रजक पदार्थों की उपयोगिता	१५१

रतजन	३६३	—, इथेनाइड	२२४
रजत	११८, ३८५	—, ऐत्किड	२२५, २३५, २३८, २४१
रवर	२४६, २४७, २५५,	—, काण्टफिनालिक	२२१
२७२, २९२, ४४१		—, बैलिक ऐनहाइड्राइड गिलमरीन	
—, अपरिष्कृत	२४७		२३५
—, इण्डिया	२४६	—, पॉलिमराइज्ड विनाइल	१९३
—, जेप	२४८	—, फिनालिक तेल विलेय	२२६
—, क्योरिनीकृत	२४७	—, फिनाल फार्मालडीहाइड	२२६
—, की प्रकृति	२४६	—, फिनाल	२२०
—, की रासायनिक व्युत्पत्तियाँ	२५३	—, यूरिया फार्मालडीहाइड	२२६
—, पारा	२४८	—, विनाइल	२७३
—, प्राकृतिक	२५५	—, विनाइल एस्टर	२४०
—, बूना	२५५	—, ससिलिष्ट	२६२, २७०, २९९
—, बल्कनीकृत	२४७	—, स्टायरिन	२७३
—, सिलिष्ट	२५४-२५७, २९९	रेड लेड का विकास	२२९
—, सीमेण्ट	२७२	रेड उड्स मिल्वर इक	२१२
—, स्तरित रेयाम	२४६	रेडग्रोव, एच० स्टैनले	१००
रसचिकित्सा	९१	रेडियोग्राफी	३६४
रसाकर्पण विधा	४३	रेयान ८६, १८१, १८८, १९०, १९१,	
रॉयल पोर्सिलेन फैक्टरी	४१२	१९२, १९३, १९४, १९५	
रॉयल सोसायटी आफ आर्ट्स	५८	— एमिटेड	२२३
रासायनिक लेखापाल	१५२	— उत्पादन विधा	१९२
रिडेल, जी० एल०	२०३	रेलवे	४३४
रिनेट (एन्जाइम)	३१, ३४, २२४	रेयाम	१४९, १८५
रिबोफ्लेविन	९४	—, कृत्रिम	१४९, १९४, ३२७
रीड, वाल्टर एफ०	१७७	—, कृत्रिम, बनाने की विधा	१९०
रुजिका	१२२	रैफीलाइट	२२५
रूडाल्फ, मेसेल	३३१	रैमजे, सर विलियम	२८६, ३०६
रेचक	१३४	रैमजे और यंग	३४४, ३४९
रेचन वक्म	६०	रैले, लाड	३०६
रेजीन १९४, २००, २१२, २२०, २२५		रोगालाइड	१३३



रो, एफ० एम०	१६८	रिंग हार्मोन	९३, १४४
रोगाणुनाशक	११५	रिग्निन	१९९, २००
रोडोन	१०६	रिग्नो मल्फॉनिक अम्ल	१९९
रोटिनोन	१२३	रिग्रायन	१३५
रोमन सिमेण्ट	४०१	रियोपेन	२२८
रोटी	२४	रिण्डे हैम्पनन विद्या	३०९
—, अवातित	२४	रिनेन	१८५
—, अबुआई	२८	रिपस्टिक	९९
—, भूरी	२८	रिट्टाक	३३६
—, वातित	२५	रिन्नाय विद्या	१९९, ३२५, ३३३,
—, मफेद	२८	३३६—३३६	
रोगनाई	२०३, २०९-२१३	रिमेजर	११३
—, नीली काली	२११	रिस्टर, राई	११३
—, कार्बन	२१०	रॉ चेंडेरियर	४०२
ल		रॉवान	२९०
लघुक मिश्र धातु	३९०	लुगे	६१२
लघु धातु	३५८	लुगदी और कागज	१९६
लडूविग, मॉण्ड	३३८	लुट्रारियो	१०६
लन्दन ऐण्ड नाथ वेस्टर्न रेल्वे	४३४	लुपुलीन	६३
लन्दन पावर क०	२२८	लुग्न निमांग	६१६
ललित पत्थर पात्र	४११	लुग	२६५
लवण	१३३, १९०	लुगरी	३०८
लवण जल विद्युद्भासन	३३९	लुफेवर	३०८
लवायजियर	३०६	लुविन्टीन	२९९
लाग-लाग	९६	लुनिथिन	५५
लास (चपडा)	२२५, २३९, २३७	लुमेवरे	३४६
लाग उड	१६५	लुस्टर, जे० एच०	१८१
लाज कांट्रोल विद्या	३६३	लुसै	२३९
लान्कोवार्पम	१०३	लुविक अम्ल	३१, ५०, १३०
लारिल थायोमियानेट	१०४	लुविक जीवाणु	३१
लारेन्स	१६०	लुवैन्सुमीन	३१, ३०

लैंगमोर, इविंग	१७३	वस्त्र छपाई	१४९
लैम्पाडियम	५५	वस्त्रोद्योग	१८१, १८२
लो, वान	३६३	वाटर गैस	२९९, ३००, ३०१, ३५१
लोन्गवरी	१२५	वाटर गैस विधा	३५१
लोवाइन्म	७४	वाट्मन	२९०, ३१५
लोहा ८०, ८१, ३१८, ३५६, ३६५		वाण्डेरवाल	३०४
—, अल्का	३६३	वानिन ७१, २२८, २३७, २३८, २४१,	
—, पिटवा	३५९, ३६५	२९८	
लौह अयस्क	३५५	वायुयान कवच	२२४
लौह आक्साइड	३५१	विक्रमक (डेवेलपर)	२७९
लौह एनामल	४१२	विगसित सेल	३१८
लौह सल्फेट	१३४	विद्युत नेत्र	४२४
क्ष		विद्युन्मुद्रण	२०६
वग	३८५, ३८९	विद्युत्संचायक	२५२
वग अयस्क	३५७	विनाइल एमिटेड	२२३
वग पर्ण	३९०	विनाइल क्लोराइड	२२३, २२४
वश विद्यालय	३८२	विटामिन १४, १५, २२, ९४, १४३	
वनेडियम	३१८	विटामिन—इ	१५, १४३
वस्त्र, होरडे	३७३	विटामिन—ए	३९, ५३, ९४, ९७
वर्गा	२	विटामिन—एच	१५
वर्णक्रम	२७७	विटामिन—के	१५, ९४,
वल्कनीकरण	२४८, २५२	विटामिन—डी	१५, ३९, ५०, ५३
वसा	३३, ८२, १९८		९४, १४३
—, ज्ञाय	३८	विटामिन—डी,	९४
—, गौ	४०	विटामिन—डी,	९४
—, पाक	३८, ४०	विटामिन—पी	९५
—, मिष्ठान्न	४०	विटामिन—बी,	१५, २९
—, हाइड्रोजनित	४०	विटामिन—बी,	१५
वसीय अम्ल	१०६	विटामिन—सी	१५, ५३, ९४, १४३
वसीय ऐल्कोहाल	१०९	विरजन	१६१
वसीय मुदुलक	५२	विरजनकारक	१३५

विरजन विधा	३८५	बोस्टा	२०६
विलायक	१३५	वा	
—, ऐस्टरबर्ग	१३७	वर्करा	४१, १०९, ११६
—, ऐल्कोहोल वर्ग	१३६	—, ईख	४१
—, बजोरीनित वर्ग	१३८	—, उपलब्धि	४४
—, कौटोन वर्ग	१३६	—, कवाथन	५५
—, ग्लाइकोल वर्ग	१३७	— सप्त	४४
—, ग्लास्टिककर्ता वर्ग	१३८	—, चुकन्दर	४२
—, पेट्रोलियम हाइड्रोकार्बन वर्ग	१३५	—, निस्सारण	४१, ४३
विद्रियम, जैस्टर	४१२	—, परिष्करण	४४
विलियम, जेड०	२०६	शिर्षक (लाख)	२२५
विलियम, मोनियर	१२५	शीकरण	३६, १२०
विलो	८८	शीकरण रीति	३६
विदातन विधा	३९७	शीकरण शोषण रीति	१०७
विस्कोज विधा	१९१	शीमा	९१
विस्नारक (एम्प्टेण्डर्स)	२२९	शीमल	४३
विस्फोटक	१७५, १८९	शीरा	४१, ६९
विस्फोटको के विविध प्रयोग	१७९	शीले, मी० डब्लू०	१२५, १६५, २०६
विश्लेषण प्रतिकर्मक	१३९	३४४	
विहाइड्रोजनीकरण	३१९	शेफर्डमन	१६०
वेजवड, जोर्मिया	४११	शेम्पेन	७२
वेटिवर्ट	९६	शेलबर्न	३०८
वेदनाहर	९१	शेल नेल	३१७, ३२२
वेरोनल	८९, १४१	शेल पर्यटी	३५७
वेल्डर	१७८	शोण्व उबर	९३
वेल्मबाख, भार, जान,	२९६	शोनवीन	१७७
वेस्ट्रान	१३८	श्रीपत्र (पैपिरम)	१९६, २१४
वेस्ट्रोमोल	१३९	श्वाबर्	१९०
वेदम विधा	३३०	श्वाबर्	१७५
वैनिला बीज	९७	स	
वेनेडियम आक्साइड	३३३	सनात	७७

सस्पर्श विधा	३३०, ३३१, ३३२	—, कोवल्ट	२५३
सज्जीकरण क्रिया व साइजिंग	२००	—, धीरे	१०६
सङ्करो	१६०	—, उद्योग	१०५
सङ्क परिवहन	४३९	—, चिप्पीया	१०७
सबैटियर	३८	—, पारदर्शक	७१
सरेस २०४, २०५, २१०, २४६, २६५, २६६, २७०, २७१		—, मृदु	१०६
—, केजीन	२७०, २७१	सायनामाइड विधा	३, ३५०
—, पशु	२७०, २७१	सार्बो, एच० सी०	३६२
—, मत्स्य	२७०	सालवासन	९१, १४२
—, मरिलिट	२७१, २७३	साल्यूबल ब्लू	१६८
सल्फर ब्लोराइड २४९, २५३, ३४१		साल्वे विधा	३३६, ३३९, ३३८
सल्फर डाइआक्साइड ८०, ३१२, ३२०, ३८७		सिचार्ड	८३
सल्फार्स फिनामीन	९१	सिकन्दर	३५९
सल्फाक्वानिडीन	९३	सिद्दाल	९७
सल्फाडायजीन	९३	सिन्कोना ऐल्मीनेट	२५१
सल्फाथायोजोल	९३	सिन्धूर	१०१, २१७
सल्फा पिरीडीन	९३	सिमिण्ट	४०१, ४०२
सल्फयूरिक अम्ल ८१, ८२, ३११, ३१२, ३२६, ३२७, ३८७		सियानीन	१६८
सल्फयूरिक अम्ल के उपयोग	३२७	सिलिका	३१२, ४१७
सल्फोनामाइड	९३	सिलिकान कार्बाइड	३८७
साइक्लो ट्राइइथिलीन		सिलिकेट	३५६
ट्राइनाइट्रोमीन	१७९	सिलिकोफ्लूओराइड	१२०, ४०३
साइक्लो हेक्जामीन	१३८	सिलिकोसिम	४१४, ४२६
साइट्रिक अम्ल	१२९	मिलोमात्व	१३७
सान्द्रमुद्रण	२०६	सीटेन सत्या	३२१
साबुन	७४, १०२, ११८	सीडर	६५
—, कठोर	१०६	सीस ७९, ८१, ३५५, ३५८, ३८३, ३८५	
—, कपडा धोनेवाला	१०६	— आर्सेनिट	१२०
		— ऐजाइड	१७६, १७८
		— कक्षविधा	३११
		— कार्बोनेट विधा	१३४

— टेदाइविल	४३९	मैलिमिलिक अम्ल	१३१, १४२
सीस वेदम (लेड चेम्बर) विधा	३११	मैलिमिलिक अल्डिहाइड	९८
	३२८, ३२९	मैलिमिलिक ऐनिलाइड	११८
मुपरपान्डीऐमाइड (नाइलॉन)	१९३	मैवेज, टुलू, जी०	५९
मुमाद्राल	१२३	मोडा ऐज	३३५
मुमैक	२६०	मोडियम अलुमिनियम मिलिकेट	८१
मुवर्गरोपणधानु	३८३	मोडियम अलुमिनेट	३०, ८१
मुहागा	१३२	मोडियम ज़िन्काइड	४१३, ४१८
मुश्रांज	४१	मोडियम कार्बोनेट	४५, ८१, १०३,
मुखी वरु (ड्रिकोन्ड)	३१६		११३, ३२६, ३३५, ३३८-३९
सेकाई	२८	मोडियम क्लोराइड	१६३, ३४१
सेजर, हेनरी	८१३	मोडियम क्लोरेट	२१३, ३६१, ४३७
सेपटी लैम्प	२८७	मोडियम कार्बोमल्लेट	८०, २७५
सेमोर, एच० डब्लू०	१०६	मोडियम नाइट्रेट	२, ५३, १३३
सेलिर्मान	८८	मोडियम परमल्लेट	१३४
सेलिनियम	२८९	मोडियम पराक्साइड	१३४
सेलुलोज	१८१, १८८, १९०, १९१,	मोडियम परबोरेट	१३४
	१९३, १९४, १९७, १०८, ३००	मोडियम फार्मेट	३१३
— ईथर	२७३	मोडियम फास्फेट	११७
— एमिटेड	१९२, १९३, २०३, ८८०	मोडियम फार्मांजीहाइड मल्फाक्वीट	
— एम्टर	२८३		१३३
— नाइट्रेट	१९२, २३२, ८८०	मोडियम मल्लेट	१३४
— फिनिंग	२३९	मोडियम सिलिकेट	११६, ११७, १३४
सेलुपापड़	१८१, १८८, २२०, २७०		२७२, ४१७
सेलुलायट	६९, १३८, १८०, २००-	मोडियम मल्फाडिड	२६३
	३३, २७६	मोडियम हाइड्राक्साइड	१०७
मेव	६५	मोडियम हाइड्रो सल्फाइट	१६६
मेकरेट	४३	मोडियम हाइपोक्लोराइट	८०
मेडिगटन, टामम	५७	मोडियम हेक्जोफास्फेट	१३४
मेनिक गैम	३०३	मोत्रेरो	१७८
मेफाल	९७	मोना	३५७

सोरेन्सन	१६७	— नोवोकेन तथा प्रोकेन	१४१
सोगायटी ऑफ ग्लास टेक० (इंग्लैण्ड)	४१६	— वेन्डोकेन	९०
स्ववायर, डब्लू०	३३, ३३१	— स्टोवेन	९०
स्क्वी	५७, ९४, १३१	— आर्थोकेन	९०
स्टाइरीन	२२३, २५५, २९९	स्नेहक	३१७
स्टाक	१२५	स्परमेसेटी	१०९
स्टार्च	४६, ५५, २७०	स्फिरिट	७३
—, आलू	४५, ४७	—, उड	७१
—, जासजक	१७२	—, औद्योगिक	७०
—, कसावा	४८	—, बलीन	७४
—, गेहूँ	४७	—, खनिजायित	७२
—, चावल	४७	—, जिन	७३
—, टैपिओका	४८	—, पाटस्टिल	७३
—, निर्माण	४६	—, पावर	७२
—, मकई	४५, ४७	—, प्लेन	७५
—, शर्करा	४५	—, मिथिलीयित	७१
स्टाडिजर	१२२	—, साइलेन्ट	७०
स्टालवर्क, राइनिशे	३७३	—, स्वेत	३२०
स्ट्रान्शियम	४३	—, स्हाइट	२३१
स्टिवोकेन	१४१	स्टिल	१९९
स्टियरीन	१०७, १०८, १०९	स्फुर भुजाई	३८७
स्टिल बोस्टिरॉल	९३, ९४	स्पूस	३६०
स्टियरिक अम्ल	१०८	स्वान	१९०
स्ट्रुक्नॉस नक्स बोमिका	१४१	स्वेड सतह	२५९
स्ट्रुक्नीन	१४१	ह	
स्टीफेन	४३	हचिन्सन, डब्लू० कि०	२९३
स्टैण्ड ऑयल	२३४, २३५, २४६	हण्टसमैन, वैंजामिन	३५९
स्टैनले, रॉबसन	३२६	हनविक, आर० एफ०	५९
स्तरकाष्ट	२७२	हरीतकी	२६०
स्तरकाष्ट उद्योग	२२६	हाइड्रोकार्बन	३१८
स्थानीय निश्चेतक	१४१	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल	३२४, ३४१

हाइड्रोजन	१३८, ३०७, ३५१, ३५२	हिमाङ्ग परीक्षा	३३
—, क्लोराइड	३१०	हिमीकृत खाद्य	६०
—, पराक्साइड	१३५, १६७	हिमोलिटिक स्ट्रेप्टो कोककार्ड	९३
—, फ्लुओराइड	३११	होलियम	३०६
—, मल्फाइड	२९१-९४, ३०१, ३५१	हूक	१९०
—, सायनाइड	१२५, ३१५	हूक, रावर्ट	३०६
हाइड्रोजनन	३८, ९७, १०३, ३२४	हृदय शुनित	२१
हाइड्रोफ्लुओरिक अम्ल	१३२	हेक्सा नाइट्रोफिनिल ऐमीन	१७९
हाइड्रोलिफ (कैल्सियम हाइड्राइड)	३०७	हेक्सा मिथिलीन टेट्रामीन	२२१
हाइमो	२७५, ३१०	हेक्जेन	३१७
—, क्लोराइड	७८, १६९	हेक्जोबार्बिटोन	८९, १४१
हाफ-टोन-विधा	२०३, २०४, २०५, २०७	हेक्जोस्टिराल	१४४
हाफमैन	८७, ९०, १५३	हेनब्रेन	१४१
हावरबॉल	३४९	हेण्डसन	३५२
हावर बॉल सस्लेपण विधा	३४९-३५१	हेनरी, रागको	४३५
हावर विधा	३०७, ३११	हेनरी, विलियम	३०५
हायडेल वर्ग	१६०	हेल्महोल्ट्ज	२०५
हाइड्रोमिथानिक अम्ल	१२४	हेल्म, स्टिफेन	३०६
हायोसियामस मुटिकस	१४१	हेविया वैमिलियेन्सिस	२४६, २४८
हायोसियामीन	१४१	हैगा	७७, ७९
हायोसीन	१४१	हैरिंगटन	९३
हाडॉन	६८	हैरिन विधा	६८५
हार्मोन	९३, १४३	हैरिमैण्ट	२४६
—, ओस्ट्रिओल	१४४	हैरोल्ट भट्टी	३७४
—, इन्सुलीन,	१४३	हैलाजीन	९०
—, कार्पनल्युटियम	१४४	होम, फ्रान्सिस	१६५
—, प्रोजिस्टेरान	१४४	होमर	३३४
—, फालिक्पुलर	१४४	हेरेम लो	१८२, १८३
—, स्टिलबोस्टिराल	१४३	हेलमाण्ड, वान	३०३
—, हेक्जोस्टिरॉल	१४४	ह्लाइट लेड	२२८
हावर और ऊईट	३४२, ३४९	ह्विस्की	७३